HIDRAFORCIS

2013

DISEÑO HIDRÁULICO CANAL LA CAÑADA, CÚCUTA - NTS



CONSORCIO
LA CAÑADA

HIDRAFORCIS
CONSULTORÍA

CONSORCIO LA CAÑADA

DISEÑO HIDRÁULICO CANAL LA CAÑADA, CÚCUTA - NTS

HIDRAFORCIS S.A.S.
Consultoría

DISEÑO HIDRÁULICO — IVAN HERNANDO RAMÍREZ MENDOZA
Ingeniero Civil – MP: 54202168638 NTS

NOVIEMBRE DEL 2013

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN **7**

1.0 GENERALIDADES **8**

1.1 Localización 9
1.2 Antecedentes 10
1.3 Objetivo del proyecto 21
1.4 Alcance del proyecto 21
1.5 Nivel de complejidad 21
1.6 Características de la zona del proyecto 21

2.0 DISEÑO HIDRÁULICO CANAL NO EROSIONABLE **24**

2.1 Objeto de diseño 25
2.2 Parámetros de diseño 26
2.3 Fundamentos de diseño 27
2.4 Dimensionamiento 30
2.5 Curvas 47
2.6 Transiciones 50
2.7 Secciones transversales constructivas 50
2.8 canales tributarios 55

3.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **58**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **60**

ANEXOS **61**

Anexo 1. Diseño geométrico de curvas 62
Anexo 2. Diseño geométrico eje del canal 67
Anexo 3. Simulación hidráulica canal no erosionable la cañada. 71

LISTA DE FIGURAS

Pág.

FIGURA 1.1 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 9
FIGURA 1.2 ÁREAS DE EXPANSIÓN POT CÚCUTA 22
FIGURA 2.1 OBJETO DE DISEÑO HIDRÁULICO 25
FIGURA 2.2 ESQUEMA DE SECCIÓN CONSIDERADA 28
FIGURA 2.3 SELECCIÓN DE PUNTOS PARA DIMENSIONAMIENTO 30
FIGURA 2.4 SOFTWARE DE APOYO DISEÑO GEOMÉTRICO DE CURVAS 47
FIGURA 2.5 ALINEAMIENTOS NO LINEALES PRESENTES 48
FIGURA 2.6 SECCIÓN K0+032.14 - K0+200.12 52
FIGURA 2.7 SECCIÓN K0+200.12- K0+426.84 52
FIGURA 2.8 SECCIÓN K0+426.84- K0+907.57 53
FIGURA 2.9 SECCIÓN K0+907.57- K1+575.89 53
FIGURA 2.10 SECCIÓN K1+595.84- K1+980.85 54
FIGURA 2.11 SECCIÓN K2+005.85 – K2+728.65 54
FIGURA 2.12 CANALES TRIBUTARIOS 55
FIGURA 2.13 CANAL CLARET 56
FIGURA 2.14 CANAL CARLOS RAMÍREZ PARIS 56
FIGURA 2.15 CANAL ANTONIA SANTOS 57

LISTA DE TABLAS

Pág.

TABLA 2.1 RESTRICCIONES 32
TABLA 2.2 SECCIÓN BÁSICA ELEMENTOS GEOMÉTRICOS 35
TABLA 2.3 SECCIÓN BÁSICA PARÁMETROS HIDRÁULICOS – DIMENSIONES CONSTRUCTIVAS 38
TABLA 2.4 SECCIÓN COMPUESTA – SUBSECCIÓN ID 1 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS 41
TABLA 2.5 SECCIÓN COMPUESTA – SUBSECCIÓN ID 2 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS 43
TABLA 2.6 SECCIÓN COMPUESTA PARÁMETROS HIDRÁULICOS - DIMENSIONES CONSTRUCTIVAS 45
TABLA 2.7 PARÁMETROS HIDRÁULICOS, SECCIÓN EROSIONABLE – TRANSICIÓN DE EMPALME K2+708.89 46
TABLA 2.8 COEFICIENTE DE SOBREELEVACIÓN 48
TABLA 2.9 DISEÑO DE CURVAS 49
TABLA 2.10 DISEÑO DE TRANSICIÓN CAMBIO DE SECCIÓN TRAPEZOIDAL – RECTANGULAR K0+200.14 51
TABLA 2.11 CAUDALES POR CANAL 55
TABLA 2.12 PARÁMETROS DE TRIBUTARIOS 57

LISTA DE PLANOS

Plano H 01/06	PLANTA GENERAL CANAL AGUAS LLUVIAS LA CAÑADA
Plano H 02/06	PLANTA Y PERFIL CANAL AGUAS LLUVIAS K0+000.00 - K0+728.53 LA CAÑADA
Plano H 03/06	PLANTA Y PERFIL CANAL AGUAS LLUVIAS K0+728.53 - K1+404.81 LA CAÑADA
Plano H 04/06	PLANTA Y PERFIL CANAL AGUAS LLUVIAS K1+404.81 - K2+083.18 LA CAÑADA
Plano H 05/06	PLANTA Y PERFIL CANAL AGUAS LLUVIAS K2+083.18 - K2+778.30 LA CAÑADA
Plano H 06/21	TRANSICIÓN ID 1 CANAL AGUAS LLUVIAS LA CAÑADA
Plano H 07/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K0+000.00 - K0+190.00 LA CAÑADA
Plano H 08/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K0+190.00 - K0+390.00 LA CAÑADA
Plano H 09/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K0+400.00 - K0+590.00 LA CAÑADA
Plano H 10/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K0+600.00 - K0+790.00 LA CAÑADA
Plano H 11/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K0+800.00 - K0+990.00 LA CAÑADA
Plano H 12/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K1+000.00 - K1+190.00 LA CAÑADA
Plano H 13/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K1+200.00 - K1+390.00 LA CAÑADA
Plano H 14/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K1+400.00 - K1+590.00 LA CAÑADA
Plano H 15/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K1+600.00 - K1+790.00 LA CAÑADA
Plano H 16/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K1+800.00 - K1+990.00 LA CAÑADA
Plano H 17/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K2+000.00 - K2+190.00 LA CAÑADA
Plano H 18/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K2+200.00 - K2+390.00 LA CAÑADA
Plano H 19/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K2+400.00 - K2+590.00 LA CAÑADA
Plano H 20/21	SECCIONES CANAL AGUAS LLUVIAS K2+600.00 - K2+778.30 LA CAÑADA
Plano H 21/21	SECCIONES CANAL NO EROSIONABLE LA CAÑADA

INTRODUCCIÓN

Es importante recalcar que las inundaciones son fenómenos que pueden afectar seriamente a la sociedad y su dinámica de desarrollo por consiguiente el Gobierno Municipal y Nacional mancomunadamente unen esfuerzos para idealizar proyectos que disminuyan el riesgo, previniendo pérdida de vidas y daños materiales, de modo que puedan reducirse al mínimo los trastornos y la destrucción originados por las inundaciones como lo expresa protocolo para la emisión de los pronósticos hidrológicos, IDEAM, 2008.

Para lograr un buen diseño de un sistema de aguas lluvias deben tomarse en cuenta todas las variables que puedan intervenir en la idealización, como las que pueden crear inconvenientes en la comunidad y en la infraestructura de drenaje, vial y de servicios existente o proyectada, sin embargo no deja de reconocerse que ello resulta difícil de evaluar y que aún con la mejor información posible, existirán criterios económicos que primarán en el diseño de los proyectos referidos a un rango de probabilidades de ocurrencia de daños.

El siguiente informe se presenta el diseño hidráulico del canal La Cañada, canal que permitirá el transporte y evacuación de los aportes pluviales de la zona occidental de la ciudad de Cúcuta-NTS, considerando como frontera física aguas abajo de la zona de estudio; el anillo vial occidental. Proyecto realizado por el grupo de profesionales de HIDRAFORCIS S.A.S.; entre los cuales se encuentra el Ing. Civil Iván Hernando Ramírez Mendoza, como director en el estudio hidrológicos y dimensionamiento hidráulico de infraestructura para el control, manejo y transporte de aguas lluvias.

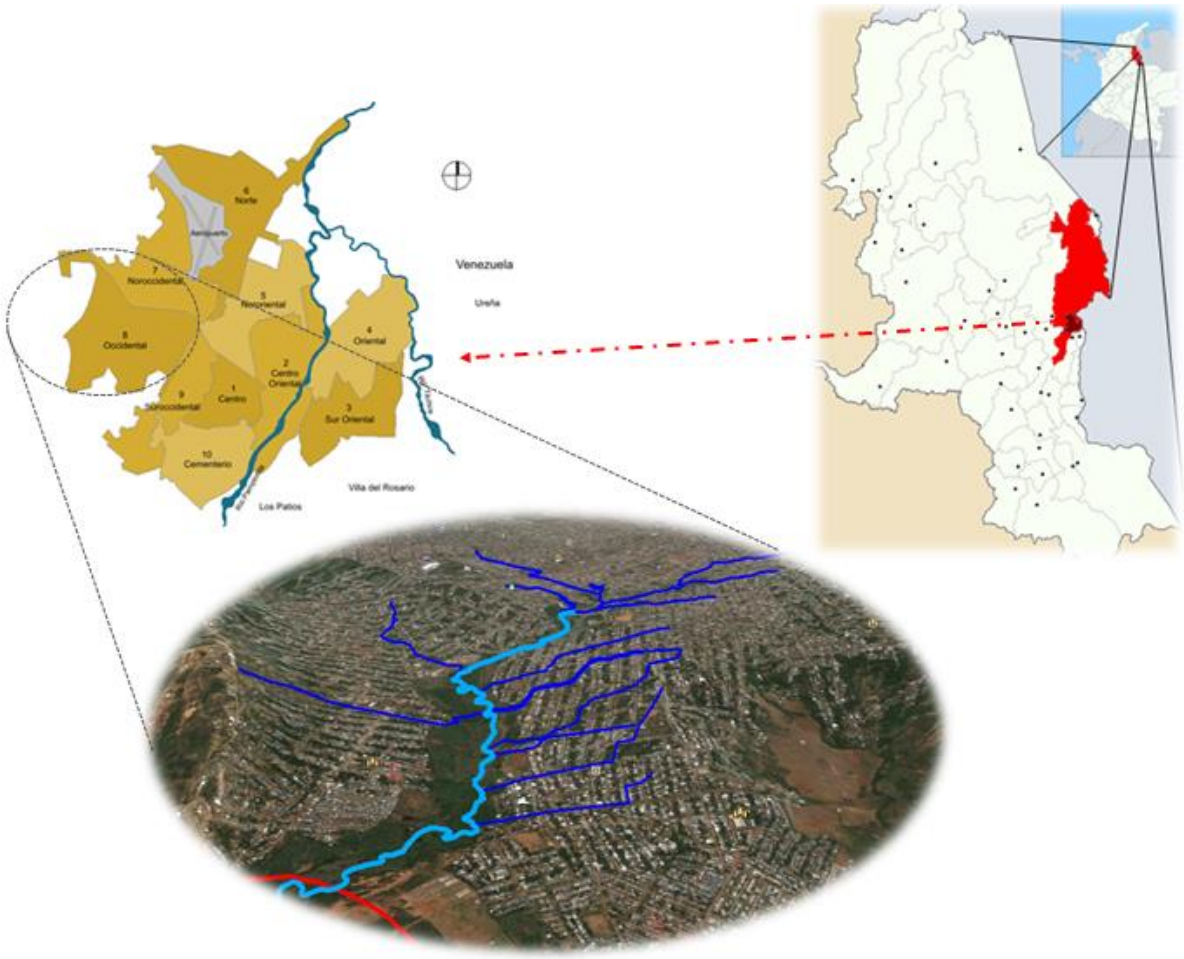


1.0 GENERALIDADES

1.1 Localización

El cauce de aguas de escorrentía, denominada Quebrada La Cañada (IGAC) se encuentra en la zona Occidental de la ciudad de Cúcuta, su cauce actual circula por áreas de uso residenciales, en la zona interna del Perímetro urbano; zona de actividad del suelo urbano tipo ZR-4 "Zona Residencial 4" creada según el acuerdo 089-2011, con inicio específicamente de su curso alto en el barrio el Desierto, y su curso principal en el barrio Palmeras, transitando el valle limitado por el cerro la victoria y el cerro de Antonia Santos, su cuerpo de agua mantiene especial cercanía con los barrios Antonia Santos, Belisario Betancur, Palmeras, los Olivos y las áreas de desarrollo urbanístico donde se proyecta la construcción de macroproyectos de vivienda de interés social, de los cuales ya se encuentra en construcción La ciudadela de los Estoraques, San Fernando del Rodeo entre otros.

Figura 1.1 Localización General del Proyecto



1.2 Antecedentes

La ciudad "PORTON DE LA FRONTERA", por esta misma condición ha estado afectada por los vaivenes de la economía colombiana y venezolana, condición que ha generado entre otras los siguientes fenómenos:

- la llegada a la Cúcuta de personas y familias enteras, bien sea en la intención de pernoctar y pasar hacia Venezuela en la época dorada de dicho país, por el cambio favorable que representaba ganar en bolívares y convertir a pesos para enviar a sus familiares en el resto del departamento y del país.

- Llegada a Cúcuta de personas y familias que retornaban de Venezuela, porque las condiciones sociales, políticas y económicas no representaban beneficios financieros, que permitiera trabajar allá y mantener la familia en Colombia. En muchos casos, no continuaron el viaje, sino se radicaron en la ciudad.

- Llegada a Cúcuta de personas del resto de Colombia en busca de un mejor vivir, dada la oportunidad que se presentaba de trabajar en la informalidad aprovechando la visita de turistas y comerciantes venezolanos, destacándose épocas en la que el Bolívar llego a tener cambio $16,00, o más recientes beneficiándose por el usos de tarjetas CADIVI.

- Llegada a Cúcuta de personas y familias completas desplazadas de otras regiones del país especialmente del campo colombiano, por la ola de violencia generadas por los diferentes actores que lamentablemente aún existen en Colombia.

Todos estos fenómenos, han generado lamentablemente procesos de invasión de tierras privadas en la periferia de la ciudad, presentándose desarrollos urbanísticos mal concebidos, no programados, sometiendo a la ciudad a impactos sociales, económicos, financieros y ambientales.

La conformación de los asentamientos humanos, conocidas como invasiones, han traído consigo la deforestación, la modificación de los cauces de aguas lluvias, la construcción de viviendas con generación de residuos sólidos y líquidos, condiciones que han impactado negativamente en la mayoría de las micro cuencas de las corrientes superficiales permanentes o no, existentes en la periferia de la ciudad.

La Cañada es un cauce de aguas superficiales, inicialmente como una quebrada, ahora como cauce de aguas lluvias en invierno y caño de aguas residuales en verano. El cauce mayor nace de la suma de varios tributarios menores que drenan de la parte alta de los cerros occidentales que separan el valle del río Pamplonita de la ciudadela Juan Atalaya, perteneciente a la Cuenca del río Zulia. El cauce principal recibe como afluentes varias corrientes menores que nacen generalmente en la parte alta de los cerros occidentales ya mencionados.

Desde los tiempos en que se presentaron los primeros asentamientos humanos en la zona, este cauce y sus corrientes afluentes, han sido intervenidos severamente tratando de aprovechar al máximo el área para construir con los siguientes problemas:

1. Disminución de la sección del cauce: Limita o disminuye el área de paso del agua lluvia por el canal, generando velocidades altas que para el caso de canales en tierra, provoca erosión del fondo del cauce y de las paredes, situación que lleva a desestabilizar el talud y por ende a movimiento en masa (deslizamientos de tierras), arrastrando consigo toda la infraestructura existente a lado y lado de los canales: viviendas, tuberías y peor aún el potencial peligro de afectación de las personas que allí residen.

2. Construcción de Viviendas en zonas paralelas al canal (Véase la fotografía 1.3 -1.4). Se construyen viviendas al borde del canal, invadiendo el espacio público que debe existir paralelo a los cauces de las corrientes superficiales, según lo establecido en el Art 3 – Ronda de Río, del Decreto 1449 del 77, y en el Acuerdo 089 de diciembre del 2011, por medio del cual se actualizo el POT para la ciudad de Cúcuta. No se deja el espacio para el andén paralelo y mucho menos para la construcción de infraestructura de alcantarillado, de acueducto o de otro tipo de servicio público, ni pensar en espacio como acceso para realizar actividades de mantenimiento, limpieza de canales y colectores. Es de especial mención la necesidad de contar con este espacio para la construcción de redes de alcantarillado de aguas residuales, llamados interceptores, pues esta franja es la parte baja de la cuenca, hacia donde se dirigen todas las pendientes de vías y por ende los colectores que recolectan el agua residual de las viviendas. Sin este espacio o franja de terreno es imposible la instalación de los interceptores para recolectar los vertimientos de aguas residuales que se realizan sobre los mismos canales.

3. Obras sobre colectores existentes paralelos a canales y cauces de agua superficiales. Se construyen viviendas, bodegas, equipamiento urbano, sobre tuberías de acueducto y alcantarillado, presentándose limitaciones para realizar las actividades de operación y mantenimiento, en especial para reparaciones, o no permitiendo efectuar la reparación tal como ha ocurrido en varias oportunidades, por la necesidad de demoler la vivienda o obra sobre el colector, exigiendo el pago de la misma por parte del propietario de la mejora, o reconstrucción en el mismo sitio, recursos de inversión que deberían estar destinados a obras de mayor utilidad. Estas viviendas por su cercanía al canal o cauces de aguas lluvias, están en constante peligro de ser afectados por inundaciones en el menor de los casos, porque el impacto sería muy grave para sus habitantes en caso de presentarse avalanchas o crecidas súbitas y repentinas generadas por lluvias de muy alta intensidad como las que cada cierto tiempo se presentan en la ciudad de Cúcuta.

4. Construcción de viviendas o edificaciones sobre canales o cauces de drenaje de aguas lluvias: se presenta invasión total y apoderamiento del cauce, generalmente se construyen viviendas que además de limitar la sección de paso del agua, en muchos casos construyen sus instalaciones internas descargando las aguas residuales directamente sobre el canal, convirtiéndolo en verano en un caño de aguas residuales y además por la construcción sobre el canal impiden la realización de cualquier obra, que

pretenda eliminar los vertimientos, pues no existe espacio por el cual trazar, diseñar y construir colectores de aguas residuales. Lamentablemente en muchas ocasiones estas viviendas a pesar de tener instalado un colector por el frente de la vivienda, prefieren seguir vertiendo al canal bajo su sala, patio o solar, pues no están dispuestos a modificar sus instalaciones sanitarias internas, en unos casos por no dañar la vivienda, o por no disponer de recursos económicos o porque sus instalaciones están en la parte posterior en nivel bajo respecto del colector en la vía.

5. Ante la necesidad de evitar que las aguas residuales sigan circulando por los canales aguas abajo de los vertimientos, cuando ya están otra vez a cielo abierto, la comunidad y/o la EIS CUCUTA ESP construyeron obras para captarlas y transportarlas a los colectores más cercanos posibles, lamentablemente estas obras de alivio de aguas lluvias y captación de aguas residuales, no han sido diseñadas cumpliendo especificaciones técnicas, presentándose:

- Problemas operativos en mantenimiento y limpieza (no hay acceso para personal, ni equipo para extraer materiales no deseables, mucho menos para vehículo),

- Problemas de colmatación de los colectores porque no existen desarenadores que limiten el paso de arenas y piedras hacia el colector de aguas residuales, elementos que transportan comúnmente las aguas lluvias.

- Problemas de colmatación y taponamiento y/o rotura de los colectores porque no existen rejillas que impidan el paso de materiales gruesos al colector y cuando se colocan la misma comunidad las daña para garantizar que el agua con piedras y toda clase de elementos siga su curso al tubo y no les cause problemas de olor o de encharcamiento de aguas negras en los canales cercanos, por la dificultad para realizar limpieza por parte del operador.

6. Por inconsciencia y/o falta de recursos de inversión, en años anteriores se construyeron colectores de aguas residuales en algunos barrios con deficiencia tanto en trazado como en diseño, de tal forma que no se proyectaron para llegar a empalmar a colectores existentes por la necesidad de mayor longitud, mayor excavación, o por necesidad de obras especiales como sifones, optando entonces por descargar directamente a los canales de aguas lluvias abiertos o cerrados existentes, agravando la situación porque no se informó, ni se dejó registro del sitio de descarga.

7. La Administraciones municipales anteriores en la intención sana de mitigar el problema del manejo y transporte de aguas lluvias canalizó varios tramos de cauce de aguas lluvias en la cuenca de la quebrada la Cañada. Algunos fueron bien diseñados y construidos y otros lamentablemente por deficiencias constructivas, se encuentran completamente deteriorados.

Todas las situaciones anteriormente mencionadas se están presentando en la cuenca de la quebrada La Cañada, generando problemas de contaminación y circulación de aguas residuales por el cauce principal y/o los tributarios, afectando no solo a la comunidad, sino también a AGUAS KPITAL CUCUTA SA ESP por las limitaciones existentes y generadas para

realizar los diseños y ejecutar las obras de construcción en reposición y/o expansión de cobertura de la red de alcantarillado sanitario en este sector de la ciudad, llegando incluso a no poder utilizar colectores – interceptores concebidos para solucionar estos problemas.

Con el objeto de complementar lo anteriormente expuesto referente al estado general de la cuenca y del cauce de la quebrada se presenta una serie de imágenes y registro fotográfico:

Fotografía 1.1 Descarga canal Aguas lluvias cerrado en la Q La Cañada en la Av. 23 entre calle 4 y 4B.



Fotografía 1.2 Captación de agua residual que transporta cauces de aguas lluvias que pasa por debajo de viviendas desde La victoria hasta Kennedy.



Se observa que la rejilla en la boca del tubo la comunidad la retira. Por este hueco entra al colector piedra que destruye el tubo, lo colmata y tapona.

Fotografía 1.3 Parte Alta Q. La Cañada. Tramos canalizados con sección en concreto en buen estado



Fotografía 1.4 Secciones de canales cuenca la Cañada revestidos en concreto y en buen estado.



Fotografía 1.5 cauces con seccion revestida en concreto en mal estado, brazo tributarios Quebaras La Cañada



Fotografía 1.6 Vista General estado cuenca cauce quebrada La Cañada. Tramos sin revestir o acondicionar.



Termina sección revestida



Aguas abajo sección revestida.
Recibe vertimiento

Fotografía 1.7 Vertimiento y estado cauce después vertimiento cauce Q La Cañada. Se observa vestigios de colector dañado.





Fotografía 1.8 Estado del cauce parte baja llegada a Puente Palmeras Belisario.



Se observa construcciones contigua al cauce y colector aguas residuales afectado por ola invernal.

Fotografía 1.9 Vista Aguas abajo cauce natural Cauce Quebrada La Cañada



Fotografía 1.10 Zonas de inestabilidad de taludes del cauce de la quebrada La Cañada



Delizamiento de tierras afectación talud margen derecha cauce pricipal quebrada La Cañada, sector palmeras parte alta

Fotografía 1.11 Descarga actual.



Se observa que el talud se ha erosionado. Ya no existe planicie por donde se había trazado la recuperación inicial. Se diseñó una nueva variante, pero se requiere la protección del talud, para evitar daños posteriores.

Fotografía 1.11 Colector que colapsó.



Se observa que las viviendas están construidas sobre el colector. También se observa al Ing. Cristancho de Planeación Municipal de Cúcuta tomando apuntes para su informe. El señor propietario de la mejora en donde se encuentra el local comercial no permitió efectuar el trabajo de retirar el tapón. Afortunadamente existía

un solar contiguo y por este se hizo la excavación diagonal, así se construyó también el pozo, adaptándose a esta limitación que no debe presentarse.

1.3 Objetivo del proyecto

Elaborar el diseño hidráulico del canal no erosionable La Cañada, considerando como frontera física aguas abajo de la zona de estudio; el anillo vial occidental.

1.4 Alcance del proyecto

El presente informe se elabora con base al estudio detallado de la zona de afectación; donde se identifica y evalúa las características del cauce actual, logrando un grado de confiabilidad aceptable en los alineamientos planteados para el desarrollo del canal en el tramo de estudio considerando; los usos del suelo contiguos y las condiciones topográficas, seleccionando como frontera física aguas abajo de la zona de estudio; el anillo vial occidental. De igual manera calcular las secciones hidráulicas eficientes y seguras con base a los caudales estimados en el diseño hidrológico.

1.5 Nivel de complejidad

Considerando lo establecido en Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS – 2000, el nivel de complejidad del sistema está dado por la población de la ciudad y por la capacidad económica de sus habitantes:

Población urbana Cúcuta = 750.000 (Estimada año 2011) > 60.000 habitantes
Nivel de complejidad = ALTO

1.6 Características de la zona del proyecto

- Las formaciones geológicas presentes en el sitio son de origen sedimentario; Complejos de limos - Cantos rubificados (Qcr) y la formación León (Tol), El tipo de suelo predominantemente es arcillosos y altamente susceptibles a la erosión en el estrato superficial y con grava arcillosa de color amarillo, guijarros y cantos rodados de 10 a 20 centímetros de diámetro a profundidades variables de 1.3 a 1.50 metros.

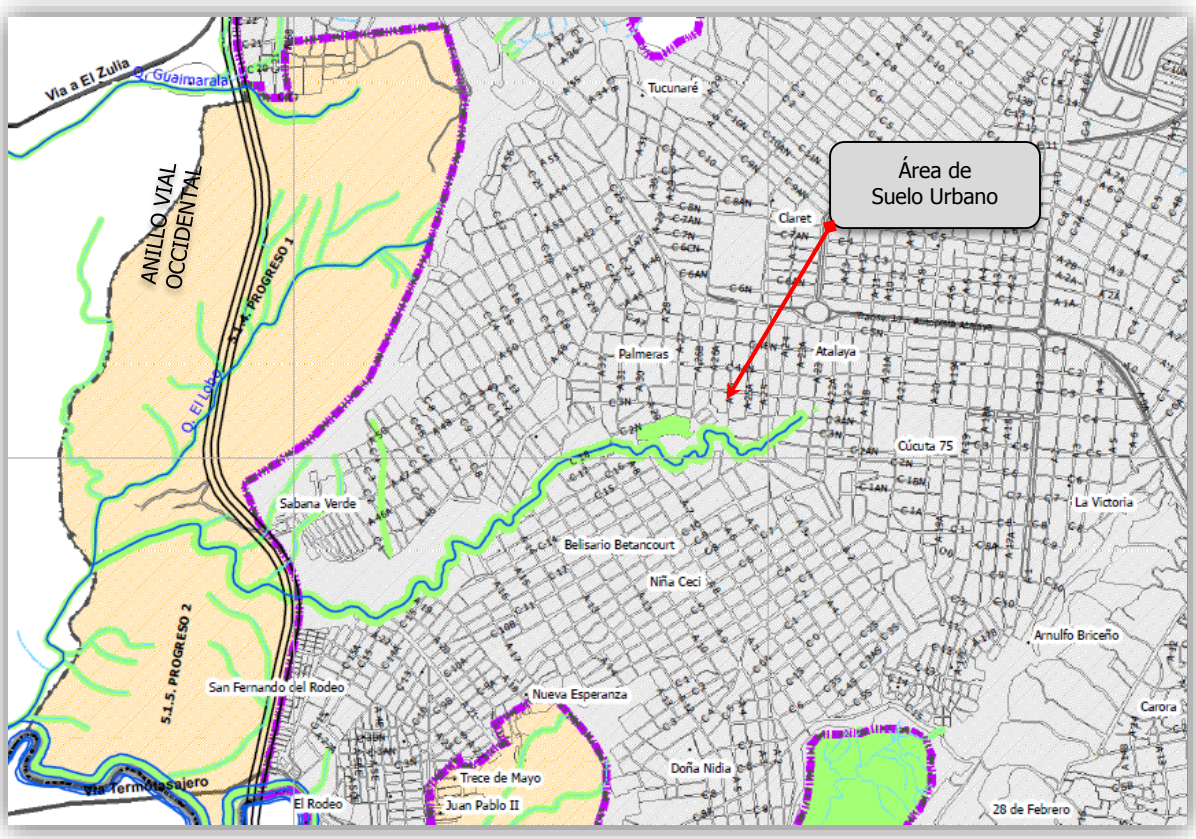
- El relieve del terreno objeto del proyecto forma un valle amplio, el cual es delimitado hacia el Norte por el área urbana; Comuna 7, hacia el occidente por el cerro de Antonia Santos y por oriente el cerro la Victoria

- El clima característico es cálido con temperaturas que oscilan entre 24 y 35 °C, siendo el promedio 28°C. La temperatura bajo sombra llega en algunos meses del año a 35 °C en horas del mediodía.

- El proyecto se ejecutará en *Área de suelo Urbano*. *Véase la figura 1.2*

- Considerando que Cúcuta, es una ciudad con más de 750.000 habitantes, con desarrollo urbanístico propio, con actividad de la construcción consolidada, los materiales y equipos requeridos para la construcción de obras civiles, son de fácil consecución y no existen limitantes en cuanto a adquisición, alquiler y transporte hasta el sitio.

Figura 1.2 Áreas de expansión POT Cúcuta



- La zona del proyecto está ubicada dentro del perímetro urbano del Municipio de Cúcuta, por tanto se cuenta con la factibilidad de disponer de todos los servicios públicos y acceso por vías de fácil acceso que le permiten conectarse con zonas comerciales e institucionales rápidamente, de igual forma tiene acceso a las vías de salida y llegada al interior del país y con la República Bolivariana de Venezuela.

- Las características socio económicas de la población beneficiada con el proyecto, indica que se clasifican en el estrato 1, 2 y 3, denominada clase Baja - Media, con ingresos de 1 - 2 S.M.L.V.

- San José de Cúcuta, está ubicado sobre terrenos formados principalmente por rocas sedimentarias marinas y continentales (arcillas, conglomerados, areniscas). Es necesario mencionar que a la ciudad la atraviesa una falla geológica de eje sinclinal. El departamento en general y la ciudad están afectados por la fuerte acción tectónica que origina fallas, fuertes buzamientos de las capas, grandes escarpes y profundos cañones.



2.0 DISEÑO HIDRÁULICO CANAL NO EROSIONABLE



Los drenajes o caños de aguas lluvias son creados por la misma naturaleza y siempre se ubican en las partes bajas de una cuenca para permitir que el agua acumulada en su hoya drene fácilmente, de la misma forma según las necesidades se crean las secciones transversales, sin embargo el hombre en su afán de ganar espacio y área para su beneficio, de una u otra forma intenta limitar el espacio disponible para el paso del agua lluvia, limitándola a su mínima dimensión. En general los principios del flujo uniforme son adecuados para el diseño de canales con sección revestida y con factores de reducción para los no revestidos, aunque dependiendo del material de lecho y de las paredes se deben realizar las respectivas consideraciones de ajuste en diseño, sin embargo en algunos casos el diseño se encuentra ligado a la experiencia y buen juicio del ingeniero. Los métodos existentes para el cálculo de canales se constituyen en guía de diseño y como tal deben ser adoptados en la conjunción entre los elementos anteriores: los métodos de cálculo y el sentido práctico en los mejores resultados.

2.1 Objeto de diseño

El objeto de diseño corresponde al tramo con inicio específico en el barrio Palmeras 115 metros aguas arriba de la confluencia actual del canal Palmeras con el canal de Claret sector la chiveras, transitando el valle limitado por el cerro la victoria y el cerro de Antonia Santos hasta la el anillo vial occidental, el cual se ha definido en este informe como frontera física. (Véase la figura 2.1)

Figura 2.1 Objeto de diseño hidráulico



2.2 Parámetros de diseño

Caudal sección básica	=	f (Tr 10 años)
Borde libre	=	f (Tr 100 años)
Velocidad mínima	=	V_{min} > 0.75 m/s
Velocidad máxima	=	V_{max} < 6.00 m/s Sección básica V_{max} < 7.00 m/s Sección Compuesta Empleando concreto de alta resistencia de 40 MPa V_{max} < 1.50 m/s Sección básica erosionable, tipo de suelo de la zona
Numero de Froude	=	Fr < 0.75 Fr > 1.50 Evita inestabilidad y variabilidad de la profundidad de flujo alrededor de la profundidad crítica de flujo
Esfuerzo cortante mínimo	=	3.0 N/m²
Fuerza tractiva admisible	=	τ_{max} < 12.93 N/m² Sección básica erosionable, tipo de suelo de la zona
Tipo de caída	=	Inclinada, pendiente < 40%
Radio mínimo de curva	=	3 T
Pendiente transversal	=	3%
Coeficiente Manning	=	Concreto 0.0155 Piedra volcada sobre portero 0.020 Rip Rap 0.028 Vegetación 0.035
Talud H : V	=	0.5:1 Sección básica 3 :1 Sección compuesta



2.3 Fundamentos de diseño

- De acuerdo con el estudio cuantitativo de las características físicas de la cuenca hidrográfica La Cañada presentado en el estudio hidrológico, la pendiente promedio del cauce principal es de 1.53%, valor considerablemente alto, por consiguiente en el diseño se emplearon pendientes longitudinales en el rango 0.7% - 1.05%, implementando caídas hidráulicas con pendientes menores del 40% en el caso de que las condiciones topográficas impliquen pendientes superiores.

- Se proyecta pendiente transversal en el fondo (Bombeo) con valor del 3%, con el propósito de concentrar y evitar el ensanchamiento del flujo bajo caudales mínimos.

- El talud seleccionado para la sección básica (Concreto 40 MPa), se definió en 0.5:1 (H:V), considerando que inclinaciones menores de talud representarían anchos de base del muro de gravedad sobredimensionados para la solicitaciones de carga en función de la altura que soportara, aclarando que las dimensiones reales del muro deben ser estimadas por el consultor estructural.

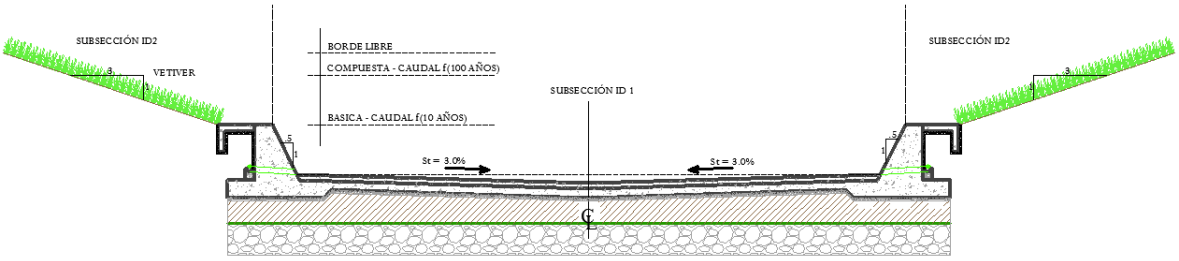
- El talud seleccionado para la zona superior de la sección compuesta (Vetiver), se definió en 3:1 (H : V), proyectando posibles aprovechamientos cuando no se presente eventos de precipitación, aportar positivamente al paisaje, amigable y seguro con diseños arquitectónicos adecuados.

- Los materiales empleados para la secciones hidráulicas son los siguientes:

Sección básica	Concreto de Alta resistencia de 40 MPa, para la placa de fondo Concreto de 28.5 MPa, para los demás elementos estructurales
Sección Compuesta	Zona superior, en vegetación Vetiver (Véase la figura 2.2)

- Se proyecta concreto de alta resistencia 40 MPa (CAR), para la placa de fondo, debido a la imprecisión en la identificación de los diversos factores que intervienen en la durabilidad; como es el caso de ausencia de mantenimiento, desgaste abrasivo por la acción de los sólidos rugosos llevados por el agua, entre otros. Según I. Hilerio [3] los volúmenes de desgaste generados en un tiempo de 15 minutos, si se comparan los resultados obtenidos para concretos normales y concretos de alta resistencia, se puede apreciar que para el concreto de alta resistencia se obtiene un desgaste de aproximadamente 15 cm^3/cm^2 y para concreto normal es aproximadamente de 35 cm^3/cm^2, por consiguiente es posible reducir el problema del desgaste del concreto hasta en un 55% , siempre y cuando se haga uso de concretos de alta resistencia.

Figura 2.2 Esquema de sección considerada



- Se idealiza flujo uniforme, con aplicación de la ecuación de Manning y de continuidad:

$$V = (1/n) \times S^{1/2} \times R^{2/3}$$
$$Q = V \times A$$

$\therefore$

V = Velocidad media en m/s
n = Coeficiente de rugosidad de Manning
S = Pendiente hidráulica o del fondo del canal, m/m
R = Radio hidráulico, en m.
Q = Caudal en m^3 / s
A = Área de la sección, en m^2

- De las leyes de Fargue se deduce que el arco de circulo no es una curva apropiada para cualquier clase, pues su curvatura es constante y cambiaria bruscamente en su punto de tangencia, teóricamente el calado seria constante a lo largo de toda la parte cóncava de cada arco, esto muestra la anomalía que representaría el punto de inflexión por consiguiente no se utilizara curvas circulares simples en el alineamiento horizontal.

- El radio mínimo se estableció con base a los Datos suministrado por Shukry (1950), Raju (1937), y Bagnold (1960) sugieren que el aumento de la pérdida de resistencia a lo largo y por encima de la curva a un canal recto equivalente es muy pequeña para los valores de R / W> 3,0. De igual manera según criterio de un estudio de 1969 por USAED, Los Ángeles (1972) [9]; Grandes olas son generadas por un flujo rápido en las curvas simples. Por lo tanto se requiere una tasa mucho menor de cambio de curvatura que para el flujo tranquilo, dicho estudio define el radio mínimo como:

$$R_{min} = \frac{4 \cdot V^2 \cdot T}{g \cdot y}$$

∴

Rmin = Radio de curvatura
V = Velocidad promedio
g = Aceleración gravitacional
y = Profundidad de flujo
T = Ancho superficial

Se estableció como valor límite inferior 3T y límite superior el radio sugerido por Los Ángeles.

- Para los canales en los que deberán reducirse al mínimo las perturbaciones de superficie, se deben utilizar curvas de transición espiral. El aumento gradual de la pared ángulos de desviación de estas curvas resulta en olas de altura mínima. Se proporcionan dos curvas espirales, aguas arriba y aguas abajo de la curva circular central. La longitud mínima de espirales para las curvas debe determinarse (ver Douma, p 392, en Ippen y Dawson 1951) [7];

$$L_s = 1.82 \cdot T \cdot Fr$$

∴

Fr= Número de Froude

Aunque es un valor relativamente alto se definió como longitud máxima, estableciendo como valor límite inferior; La duración mínima de la espiral debe ser de 30 veces la cantidad de peralte (Dy) (USAED, Los Angeles, 1950). [7];

$$L_s = C\frac{30 \cdot V^2 \cdot T}{g \cdot R}$$

∴

V = Velocidad promedio
R = Radio de curvatura
g = Aceleración gravitacional

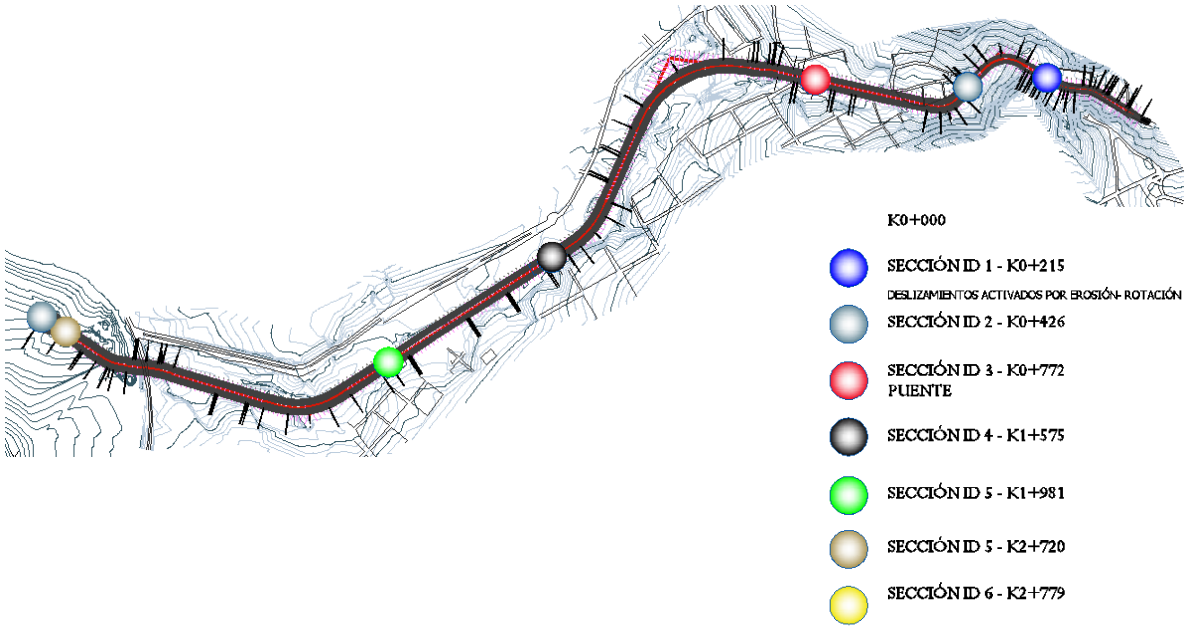
- Se considera Borde Libre por factores no contabilizados; la acumulación de sedimentos, basura, escombros y sobrelevaciones en la curvas del proyecto, se tuvo en cuenta los valores recomendados por el manual de ingeniería 1110-2-1601, DEPARTMENT OF THE ARMY, U.S. Army Corps of Engineers; 2 pies en las secciones transversales rectangulares y 2.5 pies de secciones trapezoidales de canales revestidos de hormigón, 2,5 pies de canales escollera, y 3 metros de diques de tierra. El Borde Libre de los canales de escollera y la tierra se puede reducir un poco debido a la reducción de riesgos

en la parte superior de los canales de escollera o tierra está por debajo de los niveles naturales del terreno, aclarando que se evaluará la sobreelevación en las curvas presentes en el proyecto.

2.4 Dimensionamiento

Es pertinente indicar que la selección de puntos para dimensionamiento de las secciones transversales del canal, tuvo como base la recomendación del estudio hidrológico la cual expresa; *se establecieron cinco estaciones virtuales según concentración de áreas tributarias para el diseño de las diferentes secciones del canal con el fin de establecer caudales probables por tramos evitando sobrestimar los diferentes tramos de la quebrada*. Por consiguiente según recomendaciones se debe establecer 5 secciones hidráulicas. La cuales se encuentran referenciadas con coordenadas Planas Gauss Kruger - Origen Bogotá en la figura 2.5 del capítulo 2 en el estudio hidrológico. Adicionalmente debido a la variabilidad de procesos erosivos, fallas y proyección de puente para interconexión vial de los barrios Belisario y Antonia Santos en el diseño vial, se plantea sección tipo rectangular cerrada para estos sectores. (Véase la figura 2.3)

Figura 2.3 selección de puntos para dimensionamiento



De acuerdo con los parámetros y fundamentos mencionados en los numerales anteriores se presenta a continuación el dimensionamiento hidráulico de las secciones transversales del proyecto.

Tabla 2.1 Restricciones
Tabla 2.2 Sección básica elementos geométricos
Tabla 2.3 Sección básica parámetros hidráulicos – dimensiones constructivas
Tabla 2.4 Sección compuesta – subsección ID 1 elementos geométricos
Tabla 2.5 Sección compuesta – subsección ID 2 elementos geométricos
Tabla 2.6 Sección compuesta parámetros hidráulicos - dimensiones constructivas
Tabla 2.7 Parámetros hidráulicos, sección erosionable

Tabla 2.1 Restricciones

			CAUDAL DE DISEÑO						RESTRICCIONES							
TRAMO ABSCISADO		OBS.	Caudal TR 10 años	Caudal TR 100 años	Caudal Sección Basica	Caudal Borde Libre	ABSCISADO		Qd	PEND	PEND	COTA ROJA		LONG	Material	n
			+	+			INICIA	TERMINA		Sw	ST	INICIAL	FINAL	CANAL	+	
			m3/s	m3/s	m3/s	m3/s			m3/s	%	%			m		
0.00	20.64	TRAMO 1 -I.EXP0	58.50	58.50	58.50	58.50	0.00	20.64	58.50	2.60%	1%	306.160	305.623	20.64	Concreto	0.016
20.64	32.04	TRAMO 2-F.EXP0	58.50	58.50	58.50	58.50	20.64	32.04	58.50	1.05%	3%	305.623	305.504	11.40	Concreto	0.016
32.04	37.04	CAIDA ID 1	58.50	58.50	58.50	58.50	32.04	37.04	58.50	24.00%	3%	305.504	304.304	5.00	Concreto	0.016
37.04	57.04	TRAMO ID 3	58.50	58.50	58.50	58.50	37.04	57.04	58.50	1.05%	3%	304.304	304.094	20.00	Concreto	0.016
57.04	62.04	CAIDA ID 2	58.50	58.50	58.50	58.50	57.04	62.04	58.50	24.00%	3%	304.094	302.894	5.00	Concreto	0.016
62.04	82.04	TRAMO ID 4	58.50	58.50	58.50	58.50	62.04	82.04	58.50	1.05%	3%	302.894	302.684	20.00	Concreto	0.016
82.04	87.04	CAIDA ID 3	58.50	58.50	58.50	58.50	82.04	87.04	58.50	24.00%	3%	302.684	301.484	5.00	Concreto	0.016
87.04	94.31	TRAMO ID 5	58.50	58.50	58.50	58.50	87.04	94.31	58.50	1.05%	3%	301.484	301.407	7.27	Concreto	0.016
94.31	135.54	CURVA ID 1	58.50	58.50	58.50	58.50	94.31	135.54	58.50	1.26%	3%	301.407	300.890	41.23	Concreto	0.016
135.54	151.59	TRAMO ID 6	58.50	58.50	58.50	58.50	135.54	151.59	58.50	1.05%	3%	300.890	300.721	16.05	Concreto	0.016
151.59	191.15	CURVA ID 2	58.50	58.50	58.50	58.50	151.59	191.15	58.50	1.26%	3%	300.721	300.221	39.56	Concreto	0.016
191.15	199.17	TRAMO 7 -I.TR 1	58.50	58.50	58.50	58.50	191.15	199.17	58.50	1.05%	3%	300.221	300.137	8.02	Concreto	0.016
199.17	214.17	TRAMO 8-F.TR 1	98.60	98.60	98.60	98.60	199.17	214.17	98.60	0.95%	3%	300.137	299.667	15.00	Concreto	0.016
214.17	224.59	TRAMO ID 9	98.60	98.60	98.60	98.60	214.17	224.59	98.60	2.00%	3%	299.667	299.459	10.42	Concreto	0.016
224.59	229.59	CAIDA ID 4	98.60	98.60	98.60	98.60	224.59	229.59	98.60	24.00%	3%	299.459	298.259	5.00	Concreto	0.016
229.59	239.59	TRAMO ID 10	98.60	98.60	98.60	98.60	229.59	239.59	98.60	0.95%	3%	298.259	298.164	10.00	Concreto	0.016
239.59	244.59	CAIDA ID 5	98.60	98.60	98.60	98.60	239.59	244.59	98.60	40.00%	3%	298.164	296.164	5.00	Concreto	0.016
244.59	254.59	TRAMO ID 11	98.60	98.60	98.60	98.60	244.59	254.59	98.60	0.95%	3%	296.164	296.069	10.00	Concreto	0.016
254.59	261.59	CAIDA ID 6	98.60	98.60	98.60	98.60	254.59	261.59	98.60	28.57%	3%	296.069	294.069	7.00	Concreto	0.016
261.59	268.64	TRAMO ID 12	98.60	98.60	98.60	98.60	261.59	268.64	98.60	0.95%	3%	294.069	294.002	7.06	Concreto	0.016
268.64	368.48	CURVA ID 3	98.60	98.60	98.60	98.60	268.64	368.48	98.60	1.05%	3%	294.002	292.950	99.84	Concreto	0.016
368.48	411.11	TRAMO 13-I.TR 2	98.60	98.60	98.60	98.60	368.48	411.11	98.60	0.95%	3%	292.950	290.621	42.63	Concreto	0.016

			CAUDAL DE DISEÑO						RESTRICCIONES							
TRAMO ABSCISADO		OBS.	Caudal TR 10 años	Caudal TR 100 años	Caudal Sección Basica	Caudal Borde Libre	ABSCISADO		Qd	PEND	PEND	COTA ROJA		LONG	Material	n
			+	+			INICIA	TERMINA		Sw	ST	INICIAL	FINAL	CANAL	+	
			m3/s	m3/s	m3/s	m3/s			m3/s	%	%			m		
411.11	429.07	TRAMO 14-F.TR 2	64.80	100.60	64.80	100.60	411.11	429.07	64.80	0.95%	3%	290.621	290.451	17.96	Concreto	0.016
429.07	433.37	TRAMO ID 15	64.80	100.60	64.80	100.60	429.07	433.37	64.80	0.95%	3%	290.451	290.410	4.30	Concreto	0.016
433.37	510.38	CURVA ID 4	64.80	100.60	64.80	100.60	433.37	510.38	64.80	1.05%	3%	290.410	289.625	77.01	Concreto	0.016
510.38	560.43	TRAMO ID 16	64.80	100.60	64.80	100.60	510.38	560.43	64.80	0.95%	3%	289.625	289.149	50.05	Concreto	0.016
560.43	575.06	TRAMO ID 17	64.80	100.60	64.80	100.60	560.43	575.06	64.80	0.85%	3%	289.149	289.025	14.63	Concreto	0.016
575.06	606.06	TRAMO ID 18	64.80	100.60	64.80	100.60	575.06	606.06	64.80	0.85%	3%	289.025	288.761	31.00	Concreto	0.016
606.06	662.12	TRAMO ID 19	64.80	100.60	64.80	100.60	606.06	662.12	64.80	0.85%	3%	288.761	288.285	56.06	Concreto	0.016
662.12	670.12	CAIDA ID 8	64.80	100.60	64.80	100.60	662.12	670.12	64.80	0.85%	3%	288.285	286.285	8.00	Concreto	0.016
670.12	707.01	TRAMO ID 20	64.80	100.60	64.80	100.60	670.12	707.01	64.80	0.85%	3%	286.285	285.971	36.89	Concreto	0.016
707.01	715.01	CAIDA ID 9	64.80	100.60	64.80	100.60	707.01	715.01	64.80	25.00%	3%	285.971	283.971	8.00	Concreto	0.016
715.01	786.66	TRAMO ID 21	64.80	100.60	64.80	100.60	715.01	786.66	64.80	0.85%	3%	283.971	283.362	71.66	Concreto	0.016
786.66	793.66	CAIDA ID 10	64.80	100.60	64.80	100.60	786.66	793.66	64.80	28.57%	3%	283.362	281.362	7.00	Concreto	0.016
793.66	832.82	TRAMO ID 21	64.80	100.60	64.80	100.60	793.66	832.82	64.80	0.85%	3%	281.362	281.029	39.16	Concreto	0.016
832.82	853.24	CURVA ID 5	64.80	100.60	64.80	100.60	832.82	853.24	64.80	1.30%	3%	281.029	280.764	20.42	Concreto	0.016
853.24	878.02	TRAMO ID 22	64.80	100.60	64.80	100.60	853.24	878.02	64.80	0.85%	3%	280.764	280.553	24.78	Concreto	0.016
878.02	886.02	CAIDA ID 11	64.80	100.60	64.80	100.60	878.02	886.02	64.80	25.00%	3%	280.553	278.553	8.00	Concreto	0.016
886.02	894.54	TRAMO ID 23	64.80	100.60	64.80	100.60	886.02	894.54	64.80	0.85%	3%	278.553	278.481	8.52	Concreto	0.016
894.54	1,185.31	CURVA ID 6	87.70	130.10	87.70	130.10	894.54	1,185.31	87.70	0.88%	3%	278.481	275.917	290.77	Concreto	0.016
1,185.31	1,241.84	TRAMO ID 24	87.70	130.10	87.70	130.10	1,185.31	1,241.84	87.70	0.80%	3%	275.917	275.465	56.53	Concreto	0.016
1,241.84	1,247.84	CAIDA ID 12	87.70	130.10	87.70	130.10	1,241.84	1,247.84	87.70	25.00%	3%	275.465	273.965	6.00	Concreto	0.016
1,247.84	1,301.82	TRAMO ID 25	87.70	130.10	87.70	130.10	1,247.84	1,301.82	87.70	0.80%	3%	273.965	273.533	53.98	Concreto	0.016
1,301.82	1,307.82	CAIDA ID 13	87.70	130.10	87.70	130.10	1,301.82	1,307.82	87.70	25.00%	3%	273.533	272.033	6.00	Concreto	0.016
1,307.82	1,344.09	TRAMO ID 26	87.70	130.10	87.70	130.10	1,307.82	1,344.09	87.70	0.80%	3%	272.033	271.743	36.27	Concreto	0.016
1,344.09	1,480.19	CURVA ID 7	87.70	130.10	87.70	130.10	1,344.09	1,480.19	87.70	0.87%	3%	271.743	270.552	136.10	Concreto	0.016
1,480.19	1,511.87	TRAMO 27 - I.TR 3	87.70	130.10	87.70	130.10	1,480.19	1,511.87	87.70	0.70%	3%	270.552	270.331	31.68	Concreto	0.016
1,511.87	1,531.82	TRAMO 28 - I.TR 3	103.60	159.40	103.60	159.40	1,511.87	1,531.82	103.60	0.70%	3%	270.331	270.191	19.95	Concreto	0.016
1,531.82	1,536.82	CAIDA ID 14	103.60	159.40	103.60	159.40	1,531.82	1,536.82	103.60	24.00%	3%	270.191	268.991	5.00	Concreto	0.016
1,536.82	1,628.39	TRAMO ID 29	103.60	159.40	103.60	159.40	1,536.82	1,628.39	103.60	0.70%	3%	268.991	268.350	91.57	Concreto	0.016
1,628.39	1,633.39	CAIDA ID 15	103.60	159.40	103.60	159.40	1,628.39	1,633.39	103.60	24.00%	3%	268.350	267.150	5.00	Concreto	0.016
1,633.39	1,734.00	TRAMO ID 30	103.60	159.40	103.60	159.40	1,633.39	1,734.00	103.60	0.70%	3%	267.150	266.446	100.61	Concreto	0.016
1,734.00	1,739.00	CAIDA ID 16	103.60	159.40	103.60	159.40	1,734.00	1,739.00	103.60	24.00%	3%	266.446	265.246	5.00	Concreto	0.016
1,739.00	1,871.22	TRAMO ID 31	103.60	159.40	103.60	159.40	1,739.00	1,871.22	103.60	0.70%	3%	265.246	264.320	132.22	Concreto	0.016
1,871.22	1,876.22	CAIDA ID 17	103.60	159.40	103.60	159.40	1,871.22	1,876.22	103.60	24.00%	3%	264.320	263.120	5.00	Concreto	0.016
1,876.22	1,916.83	TRAMO 32-I.TR 4	103.60	159.40	103.60	159.40	1,876.22	1,916.83	103.60	0.70%	3%	263.120	262.836	40.61	Concreto	0.016

			CAUDAL DE DISEÑO						RESTRICCIONES							
TRAMO ABSCISADO		OBS.	Caudal TR 10 años	Caudal TR 100 años	Caudal Sección Basica	Caudal Borde Libre	ABSCISADO		Qd	PEND	PEND	COTA ROJA		LONG	Material	n
			+	+			INICIA	TERMINA		Sw	ST	INICIAL	FINAL	CANAL	+	
			m3/s	m3/s	m3/s	m3/s			m3/s	%	%			m		
1,916.83	1,941.83	TRAMO 33-F.TR 4	110.10	170.30	110.10	170.30	1,916.83	1,941.83	110.10	0.70%	3%	262.836	262.661	25.00	Concreto	0.016
1,941.83	2,019.15	TRAMO ID 34	110.10	170.30	110.10	170.30	1,941.83	2,019.15	110.10	0.70%	3%	262.661	262.120	77.32	Concreto	0.016
2,019.15	2,199.49	CURVA ID 8	110.10	170.30	110.10	170.30	2,019.15	2,199.49	110.10	0.76%	3%	262.120	260.754	180.34	Concreto	0.016
2,199.49	2,233.09	TRAMO ID 35	110.10	170.30	110.10	170.30	2,199.49	2,233.09	110.10	0.70%	3%	260.754	260.519	33.60	Concreto	0.016
2,233.09	2,238.09	CAIDA ID 18	110.10	170.30	110.10	170.30	2,233.09	2,238.09	110.10	30.00%	3%	260.519	259.019	5.00	Concreto	0.016
2,238.09	2,300.34	TRAMO ID 36	110.10	170.30	110.10	170.30	2,238.09	2,300.34	110.10	0.70%	3%	259.019	258.583	62.25	Concreto	0.016
2,300.34	2,305.34	CAIDA ID 19	110.10	170.30	110.10	170.30	2,300.34	2,305.34	110.10	30.00%	3%	258.583	257.083	5.00	Concreto	0.016
2,305.34	2,402.83	TRAMO ID 37	110.10	170.30	110.10	170.30	2,305.34	2,402.83	110.10	0.70%	3%	257.083	256.400	97.49	Concreto	0.016
2,402.83	2,435.38	CURVA ID 9	110.10	170.30	110.10	170.30	2,402.83	2,435.38	110.10	0.88%	3%	256.400	256.114	32.55	Concreto	0.016
2,435.38	2,482.72	TRAMO ID 38	110.10	170.30	110.10	170.30	2,435.38	2,482.72	110.10	0.70%	3%	256.114	255.738	47.34	Concreto	0.016
2,482.72	2,487.72	CAIDA ID 20	110.10	170.30	110.10	170.30	2,482.72	2,487.72	110.10	30.00%	3%	255.738	254.238	5.00	Concreto	0.016
2,487.72	2,497.81	TRAMO ID 39	110.10	170.30	110.10	170.30	2,487.72	2,497.81	110.10	0.70%	3%	254.238	254.167	10.09	Concreto	0.016
2,497.81	2,559.97	CURVA ID 10	110.10	170.30	110.10	170.30	2,497.81	2,559.97	110.10	0.87%	3%	254.167	253.629	62.16	Concreto	0.016
2,559.97	2,593.89	TRAMO ID 40	110.10	170.30	110.10	170.30	2,559.97	2,593.89	110.10	0.70%	3%	253.629	253.391	33.92	Concreto	0.016
2,593.89	2,598.89	CAIDA ID 21	110.10	170.30	110.10	170.30	2,593.89	2,598.89	110.10	30.00%	3%	253.391	251.891	5.00	Concreto	0.016
2,598.89	2,653.17	TRAMO 41-I.EXP5	110.10	170.30	110.10	170.30	2,598.89	2,653.17	110.10	0.70%	3%	251.891	251.511	54.28	Concreto	0.016
2,653.17	2,703.89	TRAMO 42-FEXP5	110.10	170.30	110.10	170.30	2,653.17	2,703.89	110.10	0.07%	0%	251.511	251.460	50.72	Concreto	0.016

Tabla 2.2 Sección básica elementos geométricos

CAUDAL DE DISEÑO				RESTRICCIONES								SECCION BÁSICA ELEMENTOS GEOMETRICOS										
TRAMO ABSCISADO		Caudal Sección Basica	Caudal Borde Libre	Qd	PEND	PEND	COTA ROJA		LONG	Material	n	TALUD INFERIOR		Base	Dh en el piso	lamina agua secc -b	B/Hw	Ancho Superficial secc -b	Área secc -b	Perimetro mojado secc -b	Radio hidráulico secc -b	
					Sw	ST	INICIAL	FINAL	CANAL	+		HOR	VERT	B	Z	H1		T	A	P	R	VELb
		m3/s	m3/s	m3/s	%	%			m			+	+	m	m	m	1.45	m	m2	m		m/s
0.00	20.64	58.50	58.50	58.50	2.60%	1%	306.160	305.623	20.64	Concreto	0.016	1.12	1.00	4.00	0.02	1.19	3.38	6.62	6.33	7.56	0.84	9.24
20.64	32.04	58.50	58.50	58.50	1.05%	3%	305.623	305.504	11.40	Concreto	0.016	1.00	1.00	10.00	0.15	0.88	11.41	11.45	10.15	12.48	0.81	5.76
32.04	37.04	58.50	58.50	58.50	24.00%	3%	305.504	304.304	5.00	Concreto	0.016	1.00	1.00	10.00	0.15	0.30	33.80	10.29	3.75	10.84	0.35	15.59
37.04	57.04	58.50	58.50	58.50	1.05%	3%	304.304	304.094	20.00	Concreto	0.016	1.00	1.00	10.00	0.15	0.88	11.41	11.45	10.15	12.48	0.81	5.76
57.04	62.04	58.50	58.50	58.50	24.00%	3%	304.094	302.894	5.00	Concreto	0.016	1.00	1.00	10.00	0.15	0.30	33.80	10.29	3.75	10.84	0.35	15.59
62.04	82.04	58.50	58.50	58.50	1.05%	3%	302.894	302.684	20.00	Concreto	0.016	1.00	1.00	10.00	0.15	0.88	11.41	11.45	10.15	12.48	0.81	5.76
82.04	87.04	58.50	58.50	58.50	24.00%	3%	302.684	301.484	5.00	Concreto	0.016	1.00	1.00	10.00	0.15	0.30	33.80	10.29	3.75	10.84	0.35	15.59
87.04	94.31	58.50	58.50	58.50	1.05%	3%	301.484	301.407	7.27	Concreto	0.016	1.00	1.00	10.00	0.15	0.88	11.41	11.45	10.15	12.48	0.81	5.76
94.31	135.54	58.50	58.50	58.50	1.26%	3%	301.407	300.890	41.23	Concreto	0.016	1.00	1.00	10.00	0.15	0.83	12.09	11.35	9.58	12.34	0.78	6.11
135.54	151.59	58.50	58.50	58.50	1.05%	3%	300.890	300.721	16.05	Concreto	0.016	1.00	1.00	10.00	0.15	0.88	11.41	11.45	10.15	12.48	0.81	5.76
151.59	191.15	58.50	58.50	58.50	1.26%	3%	300.721	300.221	39.56	Concreto	0.016	1.00	1.00	10.00	0.15	0.83	12.12	11.35	9.56	12.34	0.77	6.12
191.15	199.17	58.50	58.50	58.50	1.05%	3%	300.221	300.137	8.02	Concreto	0.016	1.00	1.00	10.00	0.15	0.88	11.41	11.45	10.15	12.48	0.81	5.76
199.17	214.17	98.60	98.60	98.60	0.95%	3%	300.137	299.667	15.00	Concreto	0.016	0.00	1.00	13.00	0.20	1.09	11.89	13.00	15.48	15.19	1.02	6.37
214.17	224.59	98.60	98.60	98.60	2.00%	3%	299.667	299.459	10.42	Concreto	0.016	0.00	1.00	13.00	0.20	0.84	15.43	13.00	12.22	14.69	0.83	8.07
224.59	229.59	98.60	98.60	98.60	24.00%	3%	299.459	298.259	5.00	Concreto	0.016	0.00	1.00	13.00	0.20	0.34	38.72	13.00	5.63	13.68	0.41	17.51
229.59	239.59	98.60	98.60	98.60	0.95%	3%	298.259	298.164	10.00	Concreto	0.016	0.00	1.00	13.00	0.20	1.09	11.89	13.00	15.48	15.19	1.02	6.37
239.59	244.59	98.60	98.60	98.60	40.00%	3%	298.164	296.164	5.00	Concreto	0.016	0.00	1.00	13.00	0.20	0.27	47.65	13.00	4.81	13.55	0.36	20.48
244.59	254.59	98.60	98.60	98.60	0.95%	3%	296.164	296.069	10.00	Concreto	0.016	0.00	1.00	13.00	0.20	1.09	11.89	13.00	15.48	15.19	1.02	6.37
254.59	261.59	98.60	98.60	98.60	28.57%	3%	296.069	294.069	7.00	Concreto	0.016	0.00	1.00	13.00	0.20	0.31	41.51	13.00	5.34	13.63	0.39	18.47
261.59	268.64	98.60	98.60	98.60	0.95%	3%	294.069	294.002	7.06	Concreto	0.016	0.00	1.00	13.00	0.20	1.09	11.89	13.00	15.48	15.19	1.02	6.37
268.64	368.48	98.60	98.60	98.60	1.05%	3%	294.002	292.950	99.84	Concreto	0.016	0.00	1.00	13.00	0.20	1.05	12.33	13.00	14.98	15.12	0.99	6.58
368.48	411.11	98.60	98.60	98.60	0.95%	3%	292.950	290.621	42.63	Concreto	0.016	0.00	1.00	13.00	0.20	1.09	11.89	13.00	15.48	15.19	1.02	6.37

CAUDAL DE DISEÑO				RESTRICCIONES							SECCION BÁSICA ELEMENTOS GEOMETRICOS										
TRAMO ABSCISADO		Caudal Sección Basica	Caudal Borde Libre	Qd	PEND	PEND	COTA ROJA		LONG	Material	n	TALUD INFERIOR		Base	Dh en el piso	lamina agua secc -b	B/Hw	Ancho Superficial secc -b	Área secc -b	Perimetro mojado secc -b	Radio hidráulico secc -b	
					Sw	ST	INICIAL	FINAL	CANAL	+		HOR	VERT	B	Z	H1		T	A	P	R	VELb
		m3/s	m3/s	m3/s	%	%			m			+	+	m	m	m	1.45	m	m2	m		m/s
411.11	429.07	64.80	100.60	64.80	0.95%	3%	290.621	290.451	17.96	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.85	14.05	12.67	11.62	13.92	0.84	5.58
429.07	433.37	64.80	100.60	64.80	0.95%	3%	290.451	290.410	4.30	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.85	14.05	12.67	11.62	13.92	0.84	5.58
433.37	510.38	64.80	100.60	64.80	1.05%	3%	290.410	289.625	77.01	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.82	14.55	12.64	11.24	13.85	0.81	5.76
510.38	560.43	64.80	100.60	64.80	0.95%	3%	289.625	289.149	50.05	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.85	14.05	12.67	11.62	13.92	0.84	5.58
560.43	575.06	64.80	100.60	64.80	0.85%	3%	289.149	289.025	14.63	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.89	13.53	12.71	12.04	13.99	0.86	5.38
575.06	606.06	64.80	100.60	64.80	0.85%	3%	289.025	288.761	31.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.89	13.53	12.71	12.04	13.99	0.86	5.38
606.06	662.12	64.80	100.60	64.80	0.85%	3%	288.761	288.285	56.06	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.89	13.53	12.71	12.04	13.99	0.86	5.38
662.12	670.12	64.80	100.60	64.80	0.85%	3%	288.285	286.285	8.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.89	13.53	12.71	12.04	13.99	0.86	5.38
670.12	707.01	64.80	100.60	64.80	0.85%	3%	286.285	285.971	36.89	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.89	13.53	12.71	12.04	13.99	0.86	5.38
707.01	715.01	64.80	100.60	64.80	25.00%	3%	285.971	283.971	8.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.26	46.56	12.08	4.18	12.58	0.33	15.49
715.01	786.66	64.80	100.60	64.80	0.85%	3%	283.971	283.362	71.66	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.89	13.53	12.71	12.04	13.99	0.86	5.38
786.66	793.66	64.80	100.60	64.80	28.57%	3%	283.362	281.362	7.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.24	49.20	12.06	4.01	12.55	0.32	16.14
793.66	832.82	64.80	100.60	64.80	0.85%	3%	281.362	281.029	39.16	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.89	13.53	12.71	12.04	13.99	0.86	5.38
832.82	853.24	64.80	100.60	64.80	1.30%	3%	281.029	280.764	20.42	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.77	15.63	12.59	10.52	13.72	0.77	6.16
853.24	878.02	64.80	100.60	64.80	0.85%	3%	280.764	280.553	24.78	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.89	13.53	12.71	12.04	13.99	0.86	5.38
878.02	886.02	64.80	100.60	64.80	25.00%	3%	280.553	278.553	8.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.26	46.56	12.08	4.18	12.58	0.33	15.49
886.02	894.54	64.80	100.60	64.80	0.85%	3%	278.553	278.481	8.52	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.89	13.53	12.71	12.04	13.99	0.86	5.38
894.54	1,185.31	87.70	130.10	87.70	0.88%	3%	278.481	275.917	290.77	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	1.07	11.17	12.89	14.45	14.41	1.00	6.07
1,185.31	1,241.84	87.70	130.10	87.70	0.80%	3%	275.917	275.465	56.53	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	1.11	10.82	12.93	14.91	14.49	1.03	5.88
1,241.84	1,247.84	87.70	130.10	87.70	25.00%	3%	275.465	273.965	6.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.33	36.58	12.15	5.04	12.74	0.40	17.40
1,247.84	1,301.82	87.70	130.10	87.70	0.80%	3%	273.965	273.533	53.98	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	1.11	10.82	12.93	14.91	14.49	1.03	5.88
1,301.82	1,307.82	87.70	130.10	87.70	25.00%	3%	273.533	272.033	6.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.33	36.58	12.15	5.04	12.74	0.40	17.40
1,307.82	1,344.09	87.70	130.10	87.70	0.80%	3%	272.033	271.743	36.27	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	1.11	10.82	12.93	14.91	14.49	1.03	5.88
1,344.09	1,480.19	87.70	130.10	87.70	0.87%	3%	271.743	270.552	136.10	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	1.08	11.14	12.90	14.49	14.41	1.01	6.05
1,480.19	1,511.87	87.70	130.10	87.70	0.70%	3%	270.552	270.331	31.68	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	1.16	10.35	12.98	15.57	14.60	1.07	5.63
1,511.87	1,531.82	103.60	159.40	103.60	0.70%	3%	270.331	270.191	19.95	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	1.30	9.26	13.12	17.35	14.90	1.16	5.97
1,531.82	1,536.82	103.60	159.40	103.60	24.00%	3%	270.191	268.991	5.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.38	31.70	12.20	5.66	12.85	0.44	18.30
1,536.82	1,628.39	103.60	159.40	103.60	0.70%	3%	268.991	268.350	91.57	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	1.30	9.26	13.12	17.35	14.90	1.16	5.97
1,628.39	1,633.39	103.60	159.40	103.60	24.00%	3%	268.350	267.150	5.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.38	31.70	12.20	5.66	12.85	0.44	18.30
1,633.39	1,734.00	103.60	159.40	103.60	0.70%	3%	267.150	266.446	100.61	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	1.30	9.26	13.12	17.35	14.90	1.16	5.97
1,734.00	1,739.00	103.60	159.40	103.60	24.00%	3%	266.446	265.246	5.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.38	31.70	12.20	5.66	12.85	0.44	18.30
1,739.00	1,871.22	103.60	159.40	103.60	0.70%	3%	265.246	264.320	132.22	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	1.30	9.26	13.12	17.35	14.90	1.16	5.97
1,871.22	1,876.22	103.60	159.40	103.60	24.00%	3%	264.320	263.120	5.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	0.38	31.70	12.20	5.66	12.85	0.44	18.30
1,876.22	1,916.83	103.60	159.40	103.60	0.70%	3%	263.120	262.836	40.61	Concreto	0.016	0.50	1.00	12.00	0.18	1.30	9.26	13.12	17.35	14.90	1.16	5.97

			CAUDAL DE DISEÑO		RESTRICCIONES								SECCION BÁSICA ELEMENTOS GEOMETRICOS										
TRAMO ABSCISADO		OBS.	Caudal Sección Basica	Caudal Borde Libre	Qd	PEND	PEND	COTA ROJA		LONG	Material	n	TALUD INFERIOR		Base	Dh en el piso	lamina agua secc -b	B/Hw	Ancho Superficial secc -b	Área secc -b	Perimetro mojado secc -b	Radio hidráulico secc -b	
						Sw	ST	INICIAL	FINAL	CANAL	+		HOR	VERT	B	Z	H1		T	A	P	R	VELb
			m3/s	m3/s	m3/s	%	%			m			+	+	m	m	m	1.45	m	m2	m		m/s
1,916.83	1,941.83	TRAMO 33-F.TR 4	110.10	170.30	110.10	0.70%	3%	262.836	262.661	25.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.27	10.25	14.07	18.44	15.84	1.16	5.97
1,941.83	2,019.15	TRAMO ID 34	110.10	170.30	110.10	0.70%	3%	262.661	262.120	77.32	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.27	10.25	14.07	18.44	15.84	1.16	5.97
2,019.15	2,199.49	CURVA ID 8	110.10	170.30	110.10	0.76%	3%	262.120	260.754	180.34	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.24	10.52	14.04	17.97	15.77	1.14	6.13
2,199.49	2,233.09	TRAMO ID 35	110.10	170.30	110.10	0.70%	3%	260.754	260.519	33.60	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.27	10.25	14.07	18.44	15.84	1.16	5.97
2,233.09	2,238.09	CAIDA ID 18	110.10	170.30	110.10	30.00%	3%	260.519	259.019	5.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	0.33	38.85	13.14	5.64	13.75	0.41	19.52
2,238.09	2,300.34	TRAMO ID 36	110.10	170.30	110.10	0.70%	3%	259.019	258.583	62.25	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.27	10.25	14.07	18.44	15.84	1.16	5.97
2,300.34	2,305.34	CAIDA ID 19	110.10	170.30	110.10	30.00%	3%	258.583	257.083	5.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	0.33	38.85	13.14	5.64	13.75	0.41	19.52
2,305.34	2,402.83	TRAMO ID 37	110.10	170.30	110.10	0.70%	3%	257.083	256.400	97.49	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.27	10.25	14.07	18.44	15.84	1.16	5.97
2,402.83	2,435.38	CURVA ID 9	110.10	170.30	110.10	0.88%	3%	256.400	256.114	32.55	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.18	11.06	13.98	17.12	15.63	1.10	6.43
2,435.38	2,482.72	TRAMO ID 38	110.10	170.30	110.10	0.70%	3%	256.114	255.738	47.34	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.27	10.25	14.07	18.44	15.84	1.16	5.97
2,482.72	2,487.72	CAIDA ID 20	110.10	170.30	110.10	30.00%	3%	255.738	254.238	5.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	0.33	38.85	13.14	5.64	13.75	0.41	19.52
2,487.72	2,497.81	TRAMO ID 39	110.10	170.30	110.10	0.70%	3%	254.238	254.167	10.09	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.27	10.25	14.07	18.44	15.84	1.16	5.97
2,497.81	2,559.97	CURVA ID 10	110.10	170.30	110.10	0.87%	3%	254.167	253.629	62.16	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.18	11.00	13.99	17.21	15.65	1.10	6.40
2,559.97	2,593.89	TRAMO ID 40	110.10	170.30	110.10	0.70%	3%	253.629	253.391	33.92	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.27	10.25	14.07	18.44	15.84	1.16	5.97
2,593.89	2,598.89	CAIDA ID 21	110.10	170.30	110.10	30.00%	3%	253.391	251.891	5.00	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	0.33	38.85	13.14	5.64	13.75	0.41	19.52
2,598.89	2,653.17	TRAMO 41-I.EXP5	110.10	170.30	110.10	0.70%	3%	251.891	251.511	54.28	Concreto	0.016	0.50	1.00	13.00	0.20	1.27	10.25	14.07	18.44	15.84	1.16	5.97
2,653.17	2,703.89	TRAMO 42-F.EXP5	110.10	170.30	110.10	0.07%	0%	251.511	251.460	50.72	Concreto	0.016	2.00	1.00	35.00	0.00	1.43	24.53	40.71	54.01	41.38	1.31	2.04

Tabla 2.3 Sección básica parámetros hidráulicos – dimensiones constructivas

SECCIÓN BASICA																				
CAUDALES				PARÁMETROS HIDRÁULICOS									DIMENSIONES CONSTRUCTUVAS							
ABSCISADO		Caudal secc -b	Diferencia de caudal	Profundidad hidráulica secc -b	FROUDE	Fuerza tractiva		TIPO DE FLUJO	Caudal unitario	Altura normal crítica		E1	Borde Libre	Altura	Ancho con BL	Vel.	Altura construc	Borde Libre constr.	Ancho construc	Observación
INICIA	TERMINA	Qbas	Qde	D	Fr	τ	τ		q unit	Yc			BL	H	T	V	Hf	Bf	Tf	
		m3/s	m3/s	m		kg/m2	Pa		m3/s-m	m		m	m	m	m	m/s	m	m	m	
0.00	20.64	58.50	0.00	0.96	3.02	21.76	213,389	SUPERCRITICO	11.02	2.31	Yn<Yc	5.56	0.67	1.87	8.12	9.24	1.400	0.215	7.10	
20.64	32.04	58.50	0.00	0.89	1.95	8.54	83,746	SUPERCRITICO	5.45	1.45	Yn<Yc	2.72	0.62	1.64	12.69	5.76	1.700	0.823	13.10	
32.04	37.04	58.50	0.00	0.36	8.25	83.06	814,510	SUPERCRITICO	5.77	1.50	Yn<Yc	12.85	0.41	0.85	11.11	15.59	1.700	1.404	13.10	
37.04	57.04	58.50	0.00	0.89	1.95	8.54	83,746	SUPERCRITICO	5.45	1.45	Yn<Yc	2.72	0.62	1.64	12.69	5.76	1.700	0.823	13.10	
57.04	62.04	58.50	0.00	0.36	8.25	83.06	814,510	SUPERCRITICO	5.77	1.50	Yn<Yc	12.85	0.41	0.85	11.11	15.59	1.700	1.404	13.10	
62.04	82.04	58.50	0.00	0.89	1.95	8.54	83,746	SUPERCRITICO	5.45	1.45	Yn<Yc	2.72	0.62	1.64	12.69	5.76	1.700	0.823	13.10	
82.04	87.04	58.50	0.00	0.36	8.25	83.06	814,510	SUPERCRITICO	5.77	1.50	Yn<Yc	12.85	0.41	0.85	11.11	15.59	1.700	1.404	13.10	
87.04	94.31	58.50	0.00	0.89	1.95	8.54	83,746	SUPERCRITICO	5.45	1.45	Yn<Yc	2.72	0.62	1.64	12.69	5.76	1.700	0.823	13.10	
94.31	135.54	58.50	0.00	0.84	2.12	9.74	95,546	SUPERCRITICO	5.48	1.45	Yn<Yc	2.88	0.60	1.58	12.56	6.11	1.700	0.873	13.10	
135.54	151.59	58.50	0.00	0.89	1.95	8.54	83,746	SUPERCRITICO	5.45	1.45	Yn<Yc	2.72	0.62	1.64	12.69	5.76	1.700	0.823	13.10	
151.59	191.15	58.50	0.00	0.84	2.13	9.79	96,031	SUPERCRITICO	5.48	1.45	Yn<Yc	2.89	0.60	1.58	12.56	6.12	1.700	0.875	13.10	
191.15	199.17	58.50	0.00	0.89	1.95	8.54	83,746	SUPERCRITICO	5.45	1.45	Yn<Yc	2.72	0.62	1.64	12.69	5.76	1.700	0.823	13.10	
199.17	214.17	98.60	0.00	1.19	1.86	9.68	94,938	SUPERCRITICO	7.58	1.80	Yn<Yc	3.36	0.69	1.98	13.00	6.37	2.100	1.006	13.00	
214.17	224.59	98.60	0.00	0.94	2.66	16.63	163,111	SUPERCRITICO	7.58	1.80	Yn<Yc	4.36	0.62	1.66	13.00	8.07	2.100	1.258	13.00	
224.59	229.59	98.60	0.00	0.43	8.50	98.84	969,189	SUPERCRITICO	7.58	1.80	Yn<Yc	16.17	0.44	0.98	13.00	17.51	2.100	1.764	13.00	
229.59	239.59	98.60	0.00	1.19	1.86	9.68	94,938	SUPERCRITICO	7.58	1.80	Yn<Yc	3.36	0.69	1.98	13.00	6.37	2.100	1.006	13.00	
239.59	244.59	98.60	0.00	0.37	10.75	142.10	1,393,436	SUPERCRITICO	7.58	1.80	Yn<Yc	21.87	0.42	0.89	13.00	20.48	2.100	1.827	13.00	
244.59	254.59	98.60	0.00	1.19	1.86	9.68	94,938	SUPERCRITICO	7.58	1.80	Yn<Yc	3.36	0.69	1.98	13.00	6.37	2.100	1.006	13.00	
254.59	261.59	98.60	0.00	0.41	9.21	111.89	1,097,156	SUPERCRITICO	7.58	1.80	Yn<Yc	17.91	0.43	0.94	13.00	18.47	2.100	1.787	13.00	
261.59	268.64	98.60	0.00	1.19	1.86	9.68	94,938	SUPERCRITICO	7.58	1.80	Yn<Yc	3.36	0.69	1.98	13.00	6.37	2.100	1.006	13.00	
268.64	368.48	98.60	0.00	1.15	1.96	10.44	102,386	SUPERCRITICO	7.58	1.80	Yn<Yc	3.46	0.68	1.93	13.00	6.58	2.100	1.045	13.00	
368.48	411.11	98.60	0.00	1.19	1.86	9.68	94,938	SUPERCRITICO	7.58	1.80	Yn<Yc	3.36	0.69	1.98	13.00	6.37	2.100	1.006	13.00	

SECCIÓN BASICA																				
CAUDALES				PARÁMETROS HIDRÁULICOS									DIMENSIONES CONSTRUCTUVAS							
ABSCISADO		Caudal secc -b	Diferencia de caudal	Profundidad hidráulica secc -b	FROUDE	Fuerza tractiva		TIPO DE FLUJO	Caudal unitario	Altura normal crítica		E1	Borde Libre	Altura	Ancho con BL	Vel.	Altura construc	Borde Libre constr.	Ancho construc	Observación
INICIA	TERMINA	Qbas	Qde	D	Fr	τ	τ		q unit	Yc			BL	H	T	V	Hf	Bf	Tf	
		m3/s	m3/s	m		kg/m2	Pa		m3/s-m	m		m	m	m	m	m/s	m	m	m	
411.11	429.07	64.80	0.00	0.92	1.86	7.93	77,787	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.62								
429.07	433.37	64.80	0.00	0.92	1.86	7.93	77,787	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.62								
433.37	510.38	64.80	0.00	0.89	1.95	8.55	83,837	SUPERCRITICO	5.26	1.41	Yn<Yc	2.70								
510.38	560.43	64.80	0.00	0.92	1.86	7.93	77,787	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.62								
560.43	575.06	64.80	0.00	0.95	1.77	7.32	71,735	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.55								
575.06	606.06	64.80	0.00	0.95	1.77	7.32	71,735	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.55								
606.06	662.12	64.80	0.00	0.95	1.77	7.32	71,735	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.55								
662.12	670.12	64.80	0.00	0.95	1.77	7.32	71,735	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.55								
670.12	707.01	64.80	0.00	0.95	1.77	7.32	71,735	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.55								
707.01	715.01	64.80	0.00	0.35	8.41	83.11	815,002	SUPERCRITICO	5.38	1.43	Yn<Yc	12.68								
715.01	786.66	64.80	0.00	0.95	1.77	7.32	71,735	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.55								
786.66	793.66	64.80	0.00	0.33	8.94	91.39	896,165	SUPERCRITICO	5.39	1.44	Yn<Yc	13.72								
793.66	832.82	64.80	0.00	0.95	1.77	7.32	71,735	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.55								
832.82	853.24	64.80	0.00	0.84	2.15	9.96	97,709	SUPERCRITICO	5.27	1.41	Yn<Yc	2.88								
853.24	878.02	64.80	0.00	0.95	1.77	7.32	71,735	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.55								
878.02	886.02	64.80	0.00	0.35	8.41	83.11	815,002	SUPERCRITICO	5.38	1.43	Yn<Yc	12.68								
886.02	894.54	64.80	0.00	0.95	1.77	7.32	71,735	SUPERCRITICO	5.25	1.41	Yn<Yc	2.55								
894.54	1,185.31	87.70	0.00	1.12	1.83	8.84	86,704	SUPERCRITICO	7.05	1.72	Yn<Yc	3.13								
1,185.31	1,241.84	87.70	0.00	1.15	1.75	8.23	80,739	SUPERCRITICO	7.04	1.72	Yn<Yc	3.05								
1,241.84	1,247.84	87.70	0.00	0.41	8.63	98.93	970,080	SUPERCRITICO	7.26	1.75	Yn<Yc	15.95								
1,247.84	1,301.82	87.70	0.00	1.15	1.75	8.23	80,739	SUPERCRITICO	7.04	1.72	Yn<Yc	3.05								
1,301.82	1,307.82	87.70	0.00	0.41	8.63	98.93	970,080	SUPERCRITICO	7.26	1.75	Yn<Yc	15.95								
1,307.82	1,344.09	87.70	0.00	1.15	1.75	8.23	80,739	SUPERCRITICO	7.04	1.72	Yn<Yc	3.05								
1,344.09	1,480.19	87.70	0.00	1.12	1.82	8.79	86,209	SUPERCRITICO	7.05	1.72	Yn<Yc	3.13								
1,480.19	1,511.87	87.70	0.00	1.20	1.64	7.46	73,194	SUPERCRITICO	7.02	1.71	Yn<Yc	2.96								
1,511.87	1,531.82	103.60	0.00	1.32	1.66	8.15	79,902	SUPERCRITICO	8.25	1.91	Yn<Yc	3.30								
1,531.82	1,536.82	103.60	0.00	0.46	8.58	105.69	1,036,416	SUPERCRITICO	8.56	1.96	Yn<Yc	17.65								
1,536.82	1,628.39	103.60	0.00	1.32	1.66	8.15	79,902	SUPERCRITICO	8.25	1.91	Yn<Yc	3.30								
1,628.39	1,633.39	103.60	0.00	0.46	8.58	105.69	1,036,416	SUPERCRITICO	8.56	1.96	Yn<Yc	17.65								
1,633.39	1,734.00	103.60	0.00	1.32	1.66	8.15	79,902	SUPERCRITICO	8.25	1.91	Yn<Yc	3.30								
1,734.00	1,739.00	103.60	0.00	0.46	8.58	105.69	1,036,416	SUPERCRITICO	8.56	1.96	Yn<Yc	17.65								
1,739.00	1,871.22	103.60	0.00	1.32	1.66	8.15	79,902	SUPERCRITICO	8.25	1.91	Yn<Yc	3.30								
1,871.22	1,876.22	103.60	0.00	0.46	8.58	105.69	1,036,416	SUPERCRITICO	8.56	1.96	Yn<Yc	17.65								
1,876.22	1,916.83	103.60	0.00	1.32	1.66	8.15	79,902	SUPERCRITICO	8.25	1.91	Yn<Yc	3.30								

SECCIÓN BASICA																				
CAUDALES				PARÁMETROS HIDRÁULICOS									DIMENSIONES CONSTRUCTUVAS							
ABSCISADO		Caudal secc -b	Diferencia de caudal	Profundidad hidráulica secc -b	FROUDE	Fuerza tractiva		TIPO DE FLUJO	Caudal unitario	Altura normal crítica		E1	Borde Libre	Altura	Ancho con BL	Vel.	Altura construc	Borde Libre constr.	Ancho construc	Observación
INICIA	TERMINA	Qbas	Qde	D	Fr	τ	τ		q unit	Yc			BL	H	T	V	Hf	Bf	Tf	
		m3/s	m3/s	m		kg/m2	Pa		m3/s-m	m		m	m	m	m	m/s	m	m	m	
1,916.83	1,941.83	110.10	0.00	1.31	1.67	8.15	79,886	SUPERCRITICO	8.13	1.89	Yn<Yc	3.28								
1,941.83	2,019.15	110.10	0.00	1.31	1.67	8.15	79,886	SUPERCRITICO	8.13	1.89	Yn<Yc	3.28								
2,019.15	2,199.49	110.10	0.00	1.28	1.73	8.63	84,651	SUPERCRITICO	8.14	1.89	Yn<Yc	3.35								
2,199.49	2,233.09	110.10	0.00	1.31	1.67	8.15	79,886	SUPERCRITICO	8.13	1.89	Yn<Yc	3.28								
2,233.09	2,238.09	110.10	0.00	0.43	9.52	123.04	1,206,519	SUPERCRITICO	8.42	1.93	Yn<Yc	19.97								
2,238.09	2,300.34	110.10	0.00	1.31	1.67	8.15	79,886	SUPERCRITICO	8.13	1.89	Yn<Yc	3.28								
2,300.34	2,305.34	110.10	0.00	0.43	9.52	123.04	1,206,519	SUPERCRITICO	8.42	1.93	Yn<Yc	19.97								
2,305.34	2,402.83	110.10	0.00	1.31	1.67	8.15	79,886	SUPERCRITICO	8.13	1.89	Yn<Yc	3.28								
2,402.83	2,435.38	110.10	0.00	1.22	1.86	9.64	94,496	SUPERCRITICO	8.16	1.89	Yn<Yc	3.48								
2,435.38	2,482.72	110.10	0.00	1.31	1.67	8.15	79,886	SUPERCRITICO	8.13	1.89	Yn<Yc	3.28								
2,482.72	2,487.72	110.10	0.00	0.43	9.52	123.04	1,206,519	SUPERCRITICO	8.42	1.93	Yn<Yc	19.97								
2,487.72	2,497.81	110.10	0.00	1.31	1.67	8.15	79,886	SUPERCRITICO	8.13	1.89	Yn<Yc	3.28								
2,497.81	2,559.97	110.10	0.00	1.23	1.84	9.53	93,442	SUPERCRITICO	8.16	1.89	Yn<Yc	3.46								
2,559.97	2,593.89	110.10	0.00	1.31	1.67	8.15	79,886	SUPERCRITICO	8.13	1.89	Yn<Yc	3.28								
2,593.89	2,598.89	110.10	0.00	0.43	9.52	123.04	1,206,519	SUPERCRITICO	8.42	1.93	Yn<Yc	19.97								
2,598.89	2,653.17	110.10	0.00	1.31	1.67	8.15	79,886	SUPERCRITICO	8.13	1.89	Yn<Yc	3.28								
2,653.17	2,703.89	110.10	0.00	1.33	0.57	0.91	8,960	SUBCRTICO	2.91	0.95	Yn>Yc	1.64								

Tabla 2.4 Sección compuesta – subsección ID 1 elementos geométricos

SECCION COMPUESTA																			
NUMERO DE SEECCIONES				2	SUBSECCIÓN - ID1														
lamina agua sección básica	lamina agua sección comp	Cantidad de escalones	Ancho escalon intermedio.	Tipos de Rugosidades	MAT -1	N-1	MAT -2	N-3	MAT -2	N-3	TALUD SUB -1		Área sub - 1	Perimetro mojado sub - 1	Radio hidráulico sub -1	Rugosidad Equiv sub -1	Ancho superficial sub -1	Caudal sub -1	VEL sub -1
H1	Yn	+	+		+		+				HOR	VERT	A	P	R	Neq	T		
m	m	und	m	und							+	+	m2	m			m	m3/s	m/s
1.050	1.130	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.27	14.35	1.06	0.016	12.87	100.10	6.55
1.050	1.130	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.27	14.35	1.06	0.016	12.87	100.10	6.55
1.050	1.096	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	14.83	14.35	1.03	0.016	12.87	100.38	6.77
1.050	1.130	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.27	14.35	1.06	0.016	12.87	100.07	6.55
1.050	1.166	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.75	14.35	1.10	0.016	12.87	99.65	6.33
1.050	1.166	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.75	14.35	1.10	0.016	12.87	99.65	6.33
1.050	1.166	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.75	14.35	1.10	0.016	12.87	99.65	6.33
1.050	1.166	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.75	14.35	1.10	0.016	12.87	99.65	6.33
1.050	1.166	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.75	14.35	1.10	0.016	12.87	99.65	6.33
1.050	1.050	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	14.23	14.35	0.99	0.016	12.87	456.47	32.07
1.050	1.166	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.75	14.35	1.10	0.016	12.87	99.65	6.33
1.050	1.050	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	14.23	14.35	0.99	0.016	12.87	487.98	34.29
1.050	1.166	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.75	14.35	1.10	0.016	12.87	99.65	6.33
1.050	1.050	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	14.23	14.35	0.99	0.016	12.87	104.10	7.31
1.050	1.166	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.75	14.35	1.10	0.016	12.87	99.65	6.33
1.050	1.050	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	14.23	14.35	0.99	0.016	12.87	456.47	32.07
1.050	1.166	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	15.75	14.35	1.10	0.016	12.87	99.65	6.33
1.200	1.360	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	18.31	14.69	1.25	0.016	13.02	128.44	7.02
1.200	1.397	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	18.80	14.69	1.28	0.016	13.02	127.83	6.80
1.200	1.200	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	16.20	14.69	1.10	0.016	13.02	557.84	34.43
1.200	1.397	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	18.80	14.69	1.28	0.016	13.02	127.83	6.80
1.200	1.200	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	16.20	14.69	1.10	0.016	13.02	557.84	34.43
1.200	1.397	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	18.80	14.69	1.28	0.016	13.02	127.83	6.80
1.200	1.363	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	18.35	14.69	1.25	0.016	13.02	128.39	7.00
1.200	1.448	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	19.48	14.69	1.33	0.016	13.02	126.92	6.52
1.300	1.637	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	22.01	14.91	1.48	0.016	13.12	153.98	7.00
1.300	1.300	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	17.53	14.91	1.18	0.016	13.12	616.84	35.20
1.300	1.637	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	22.01	14.91	1.48	0.016	13.12	153.98	7.00
1.300	1.300	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	17.53	14.91	1.18	0.016	13.12	616.84	35.20
1.300	1.637	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	22.01	14.91	1.48	0.016	13.12	153.98	7.00
1.300	1.300	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	17.53	14.91	1.18	0.016	13.12	616.84	35.20
1.300	1.637	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	22.01	14.91	1.48	0.016	13.12	153.98	7.00
1.300	1.300	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	17.53	14.91	1.18	0.016	13.12	616.84	35.20
1.300	1.637	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	22.01	14.91	1.48	0.016	13.12	153.98	7.00

SECCION COMPUESTA																			
			NUMERO DE SEECCIONES		2	SUBSECCIÓN - ID1													
	lamina agua sección básica	lamina agua sección comp	Cantidad de escalones	Ancho escalon intermedio.	Tipos de Rugosidades	MAT -1	N-1	MAT -2	N-3	MAT -2	N-3	TALUD SUB -1		Área sub - 1	Perimetro mojado sub - 1	Radio hidráulico sub -1	Rugosidad Equiv sub -1	Ancho superficial sub -1	Caudal sub -1	VEL sub -1
	H1	Yn	+	+		+		+				HOR	VERT	A	P	R	Neq	T		
	m	m	und	m	und							+	+	m2	m			m	m3/s	m/s
	1.300	1.619	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	23.57	15.91	1.48	0.016	14.11	165.38	7.01
	1.300	1.619	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	23.57	15.91	1.48	0.016	14.11	165.38	7.01
	1.300	1.585	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	23.09	15.91	1.45	0.016	14.11	166.10	7.20
	1.300	1.619	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	23.57	15.91	1.48	0.016	14.11	165.38	7.01
	1.300	1.300	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	19.01	15.91	1.19	0.016	14.11	756.48	39.79
	1.300	1.619	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	23.57	15.91	1.48	0.016	14.11	165.38	7.01
	1.300	1.300	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	19.01	15.91	1.19	0.016	14.11	756.48	39.79
	1.300	1.619	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	23.57	15.91	1.48	0.016	14.11	165.38	7.01
	1.300	1.521	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	22.17	15.91	1.39	0.016	14.11	167.39	7.55
	1.300	1.619	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	23.57	15.91	1.48	0.016	14.11	165.38	7.01
	1.300	1.300	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	19.01	15.91	1.19	0.016	14.11	756.48	39.79
	1.300	1.619	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	23.57	15.91	1.48	0.016	14.11	165.38	7.01
	1.300	1.527	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	22.26	15.91	1.40	0.016	14.11	167.27	7.51
	1.300	1.619	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	23.57	15.91	1.48	0.016	14.11	165.38	7.01
	1.300	1.300	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	19.01	15.91	1.19	0.016	14.11	756.48	39.79
	1.300	1.619	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			0.50	1.00	23.57	15.91	1.48	0.016	14.11	165.38	7.01
	1.500	1.816	2.00	1.20	1	Concreto	0.016	Concreto	0.016			2.00	1.00	69.97	41.71	1.68	0.016	41.00	168.64	2.41

Tabla 2.5 Sección compuesta – subsección ID 2 elementos geométricos

SECCIÓN COMPUESTA																						
	SUBSECCIÓN - ID2											SUBSECCIÓN - ID3										
lamina agua sub -2	MAT -1	N-1	MAT -2	N-2	TALUD SUB -2		Área sub - 2	Per moj. sub - 2	Radio hid. Sub - 2	Rug . Equiv	Caudal sub -2	MAT -1	N-1	MAT -2	N-2	TALUD SUB -3		Área sub - 3	Per moj. sub - 3	Radio hid. Sub - 3	Rugosidad Equiv	Caudal sub -3
H2	+		+		HOR	VERT	A	P	R	Neq		+		+		HOR	VERT	A	P	R	Neq	
m					+	+	m2	m			m3/s					+	+	m2	m			m3/s
	Roca	0.038	Roca	0.038	3.00	1.00	0.68	4.50	0.15	0.038	0.50											
	Roca	0.038	Roca	0.038	3.00	1.00	0.68	4.50	0.15	0.038	0.50											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.38	4.29	0.09	0.035	0.22											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.67	4.50	0.15	0.035	0.53											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.01	4.74	0.21	0.035	0.95											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.01	4.74	0.21	0.035	0.95											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.01	4.74	0.21	0.035	0.95											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.01	4.74	0.21	0.035	0.95											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.01	4.74	0.21	0.035	0.95											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.01	4.74	0.21	0.035	0.95											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.01	4.74	0.21	0.035	0.95											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.01	4.74	0.21	0.035	0.95											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.01	4.74	0.21	0.035	0.95											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.43	5.01	0.29	0.035	1.66											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.81	5.24	0.34	0.035	2.27											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.81	5.24	0.34	0.035	2.27											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.81	5.24	0.34	0.035	2.27											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	1.46	5.03	0.29	0.035	1.71											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	2.36	5.57	0.42	0.035	3.18											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.38	6.13	0.55	0.035	5.42											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.38	6.13	0.55	0.035	5.42											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.38	6.13	0.55	0.035	5.42											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.38	6.13	0.55	0.035	5.42											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00											
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.38	6.13	0.55	0.035	5.42											

SECCIÓN COMPUESTA																					
	SUBSECCIÓN - ID2											SUBSECCIÓN - ID3									
lamina agua sub -2	MAT -1	N-1	MAT -2	N-2	TALUD SUB -2		Área sub - 2	Per moj. sub - 2	Radio hid. Sub - 2	Rug . Equiv	Caudal sub -2	MAT -1	N-1	MAT -2	N-2	TALUD SUB -3		Área sub - 3	Per moj. sub - 3	Radio hid. Sub - 3	Rugosidad Equiv	Caudal sub -3
H2	+		+		HOR	VERT	A	P	R	Neq		+		+		HOR	VERT	A	P	R	Neq	
m					+	+	m2	m			m3/s					+	+	m2	m			m3/s
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.16	6.02	0.53	0.035	4.92										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.16	6.02	0.53	0.035	4.92										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	2.77	5.80	0.48	0.035	4.20										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.16	6.02	0.53	0.035	4.92										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.16	6.02	0.53	0.035	4.92										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.16	6.02	0.53	0.035	4.92										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	2.06	5.40	0.38	0.035	2.91										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.16	6.02	0.53	0.035	4.92										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.16	6.02	0.53	0.035	4.92										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	2.13	5.44	0.39	0.035	3.03										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.16	6.02	0.53	0.035	4.92										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	0.00	4.00	0.00	0.035	0.00										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	3.00	1.00	3.16	6.02	0.53	0.035	4.92										
	Vegetación	0.035	Vegetación	0.035	5.00	1.00	3.53	7.23	0.49	0.035	1.66										

Tabla 2.6 Sección compuesta parámetros hidráulicos - dimensiones constructivas

SECCIÓN COMPUESTA																			
		CAUDALES		ELEMENTOS GEOMETRICOS				PARÁMETROS HIDRÁULICOS							DIMENSIONES CONSTRUCTUVAS					
ABSCISADO		Caudal sección compuesta	dif. Q	VEL promedio	Radio hidráulico	Ancho superficial	Profundidad hidráulica	FROUDE	Fuerza tractiva		TIPO DE FLUJO	Caudal unitario	Altura normal crítica		Borde Libre	Altura Total	Ancho con BL	Altura construc	Borde Libre constr.	Ancho construc
INICIA	TERMINA			$\overline{V}$	R	T	D	Fr	τ	τ		q unit	Yc		BL	Ht	Tt	Hf	Bf	Tf
		m3/s	m3/s	m/s		m	m		kg/m2	Pa		m3/s-m	m		m	m	m	m	m	m
411.11	429.07	100.60	0.00	6.31	0.85	15.75	1.01	2.00	8.04	78,792	SUPERCRITICO	12.78	2.55	Yn<Yc	0.65	1.96	20.72	2.35	1.04	23.07
429.07	433.37	100.60	0.00	6.31	0.85	15.75	1.01	2.00	8.04	78,792	SUPERCRITICO	12.78	2.55	Yn<Yc	0.65	1.96	20.72	2.35	1.04	23.07
433.37	510.38	100.60	0.00	6.61	0.82	15.55	0.98	2.14	8.59	84,262	SUPERCRITICO	12.94	2.57	Yn<Yc	0.64	1.91	20.46	2.35	1.07	23.07
510.38	560.43	100.60	0.00	6.31	0.85	15.75	1.01	2.00	8.03	78,773	SUPERCRITICO	12.78	2.55	Yn<Yc	0.65	1.96	20.72	2.35	1.04	23.07
560.43	575.06	100.60	0.00	6.00	0.88	15.97	1.05	1.87	7.46	73,181	SUPERCRITICO	12.60	2.53	Yn<Yc	0.66	2.01	21.00	2.35	1.00	23.07
575.06	606.06	100.60	0.00	6.00	0.88	15.97	1.05	1.87	7.46	73,181	SUPERCRITICO	12.60	2.53	Yn<Yc	0.66	2.01	21.00	2.35	1.00	23.07
606.06	662.12	100.60	0.00	6.00	0.88	15.97	1.05	1.87	7.46	73,181	SUPERCRITICO	12.60	2.53	Yn<Yc	0.66	2.01	21.00	2.35	1.00	23.07
662.12	670.12	100.60	0.00	6.00	0.88	15.97	1.05	1.87	7.46	73,181	SUPERCRITICO	12.60	2.53	Yn<Yc	0.66	2.01	21.00	2.35	1.00	23.07
670.12	707.01	100.60	0.00	6.00	0.88	15.97	1.05	1.87	7.46	73,181	SUPERCRITICO	12.60	2.53	Yn<Yc	0.66	2.01	21.00	2.35	1.00	23.07
707.01	715.01	456.47	355.87	32.07	0.78	15.27	0.93	10.61	193.85	1,900,910	SUPERCRITICO	59.79	7.14	Yn<Yc	0.63	1.86	20.10	2.35	1.12	23.07
715.01	786.66	100.60	0.00	6.00	0.88	15.97	1.05	1.87	7.46	73,181	SUPERCRITICO	12.60	2.53	Yn<Yc	0.66	2.01	21.00	2.35	1.00	23.07
786.66	793.66	487.98	387.38	34.29	0.78	15.27	0.93	11.35	221.54	2,172,468	SUPERCRITICO	63.91	7.47	Yn<Yc	0.63	1.86	20.10	2.35	1.12	23.07
793.66	832.82	100.60	0.00	6.00	0.88	15.97	1.05	1.87	7.46	73,181	SUPERCRITICO	12.60	2.53	Yn<Yc	0.66	2.01	21.00	2.35	1.00	23.07
832.82	853.24	104.10	3.50	7.31	0.78	15.27	0.93	2.42	10.08	98,857	SUPERCRITICO	13.63	2.67	Yn<Yc	0.63	1.86	20.10	2.35	1.12	23.07
853.24	878.02	100.60	0.00	6.00	0.88	15.97	1.05	1.87	7.46	73,181	SUPERCRITICO	12.60	2.53	Yn<Yc	0.66	2.01	21.00	2.35	1.00	23.07
878.02	886.02	456.47	355.87	32.07	0.78	15.27	0.93	10.61	193.85	1,900,910	SUPERCRITICO	59.79	7.14	Yn<Yc	0.63	1.86	20.10	2.35	1.12	23.07
886.02	894.54	100.60	0.00	6.00	0.88	15.97	1.05	1.87	7.46	73,181	SUPERCRITICO	12.60	2.53	Yn<Yc	0.66	2.01	21.00	2.35	1.00	23.07
894.54	1,185.31	130.10	0.00	6.59	1.00	16.38	1.21	1.92	8.83	86,622	SUPERCRITICO	15.89	2.95	Yn<Yc	0.71	2.25	21.73	2.60	1.06	23.82
1,185.31	1,241.84	130.10	0.00	6.32	1.03	16.60	1.24	1.81	8.27	81,078	SUPERCRITICO	15.67	2.93	Yn<Yc	0.72	2.30	22.01	2.60	1.02	23.82
1,241.84	1,247.84	557.84	427.74	34.43	0.87	15.42	1.05	10.73	216.71	2,125,046	SUPERCRITICO	72.35	8.11	Yn<Yc	0.67	2.05	20.51	2.60	1.22	23.82
1,247.84	1,301.82	130.10	0.00	6.32	1.03	16.60	1.24	1.81	8.27	81,078	SUPERCRITICO	15.67	2.93	Yn<Yc	0.72	2.30	22.01	2.60	1.02	23.82
1,301.82	1,307.82	557.84	427.74	34.43	0.87	15.42	1.05	10.73	216.71	2,125,046	SUPERCRITICO	72.35	8.11	Yn<Yc	0.67	2.05	20.51	2.60	1.22	23.82
1,307.82	1,344.09	130.10	0.00	6.32	1.03	16.60	1.24	1.81	8.27	81,078	SUPERCRITICO	15.67	2.93	Yn<Yc	0.72	2.30	22.01	2.60	1.02	23.82
1,344.09	1,480.19	130.10	0.00	6.57	1.00	16.40	1.21	1.91	8.79	86,164	SUPERCRITICO	15.87	2.95	Yn<Yc	0.71	2.25	21.75	2.60	1.06	23.82
1,480.19	1,511.87	130.10	0.00	5.96	1.08	16.91	1.29	1.67	7.55	73,988	SUPERCRITICO	15.39	2.89	Yn<Yc	0.73	2.36	22.40	2.60	0.97	23.82
1,511.87	1,531.82	159.40	0.00	6.28	1.21	17.54	1.45	1.67	8.44	82,800	SUPERCRITICO	18.17	3.23	Yn<Yc	0.78	2.60	23.30	2.80	0.98	24.52
1,531.82	1,536.82	616.84	457.44	35.20	0.93	15.52	1.13	10.58	222.40	2,180,806	SUPERCRITICO	79.49	8.64	Yn<Yc	0.70	2.18	20.77	2.80	1.32	24.52
1,536.82	1,628.39	159.40	0.00	6.28	1.21	17.54	1.45	1.67	8.44	82,800	SUPERCRITICO	18.17	3.23	Yn<Yc	0.78	2.60	23.30	2.80	0.98	24.52
1,628.39	1,633.39	616.84	457.44	35.20	0.93	15.52	1.13	10.58	222.40	2,180,806	SUPERCRITICO	79.49	8.64	Yn<Yc	0.70	2.18	20.77	2.80	1.32	24.52
1,633.39	1,734.00	159.40	0.00	6.28	1.21	17.54	1.45	1.67	8.44	82,800	SUPERCRITICO	18.17	3.23	Yn<Yc	0.78	2.60	23.30	2.80	0.98	24.52
1,734.00	1,739.00	616.84	457.44	35.20	0.93	15.52	1.13	10.58	222.40	2,180,806	SUPERCRITICO	79.49	8.64	Yn<Yc	0.70	2.18	20.77	2.80	1.32	24.52
1,739.00	1,871.22	159.40	0.00	6.28	1.21	17.54	1.45	1.67	8.44	82,800	SUPERCRITICO	18.17	3.23	Yn<Yc	0.78	2.60	23.30	2.80	0.98	24.52
1,871.22	1,876.22	616.84	457.44	35.20	0.93	15.52	1.13	10.58	222.40	2,180,806	SUPERCRITICO	79.49	8.64	Yn<Yc	0.70	2.18	20.77	2.80	1.32	24.52
1,876.22	1,916.83	159.40	0.00	6.28	1.21	17.54	1.45	1.67	8.44	82,800	SUPERCRITICO	18.17	3.23	Yn<Yc	0.78	2.60	23.30	2.80	0.98	24.52

SECCIÓN COMPUESTA																				
		CAUDALES		ELEMENTOS GEOMETRICOS				PARÁMETROS HIDRÁULICOS							DIMENSIONES CONSTRUCTUVAS					
ABSCISADO		Caudal sección compuesta	dif. Q	VEL promedio	Radio hidráulico	Ancho superficial	Profundidad hidráulica	FROUDE	Fuerza tractiva		TIPO DE FLUJO	Caudal unitario	Altura normal crítica		Borde Libre	Altura Total	Ancho con BL	Altura construc	Borde Libre constr.	Ancho construc
INICIA	TERMINA			$\overline{V}$	R	T	D	Fr	τ	τ		q unit	Yc		BL	Ht	Tt	Hf	Bf	Tf
		m3/s	m3/s	m/s		m	m		kg/m2	Pa		m3/s-m	m		m	m	m	m	m	m
1,916.83	1,941.83	170.30	0.00	6.37	1.22	18.42	1.45	1.69	8.53	83,689	SUPERCRITICO	18.49	3.27	Yn<Yc	0.78	2.59	24.25	2.90	1.09	26.11
1,941.83	2,019.15	170.30	0.00	6.37	1.22	18.42	1.45	1.69	8.53	83,689	SUPERCRITICO	18.49	3.27	Yn<Yc	0.78	2.59	24.25	2.90	1.09	26.11
2,019.15	2,199.49	170.30	0.00	6.59	1.19	18.21	1.42	1.77	9.02	88,416	SUPERCRITICO	18.70	3.29	Yn<Yc	0.77	2.55	23.99	2.90	1.12	26.11
2,199.49	2,233.09	170.30	0.00	6.37	1.22	18.42	1.45	1.69	8.53	83,689	SUPERCRITICO	18.49	3.27	Yn<Yc	0.78	2.59	24.25	2.90	1.09	26.11
2,233.09	2,238.09	756.48	586.18	39.79	0.95	16.51	1.15	11.84	286.44	2,808,804	SUPERCRITICO	91.67	9.50	Yn<Yc	0.70	2.19	21.85	2.90	1.41	26.11
2,238.09	2,300.34	170.30	0.00	6.37	1.22	18.42	1.45	1.69	8.53	83,689	SUPERCRITICO	18.49	3.27	Yn<Yc	0.78	2.59	24.25	2.90	1.09	26.11
2,300.34	2,305.34	756.48	586.18	39.79	0.95	16.51	1.15	11.84	286.44	2,808,804	SUPERCRITICO	91.67	9.50	Yn<Yc	0.70	2.19	21.85	2.90	1.41	26.11
2,305.34	2,402.83	170.30	0.00	6.37	1.22	18.42	1.45	1.69	8.53	83,689	SUPERCRITICO	18.49	3.27	Yn<Yc	0.78	2.59	24.25	2.90	1.09	26.11
2,402.83	2,435.38	170.30	0.00	7.03	1.14	17.83	1.36	1.93	10.01	98,111	SUPERCRITICO	19.10	3.34	Yn<Yc	0.75	2.47	23.51	2.90	1.18	26.11
2,435.38	2,482.72	170.30	0.00	6.37	1.22	18.42	1.45	1.69	8.53	83,689	SUPERCRITICO	18.49	3.27	Yn<Yc	0.78	2.59	24.25	2.90	1.09	26.11
2,482.72	2,487.72	756.48	586.18	39.79	0.95	16.51	1.15	11.84	286.44	2,808,804	SUPERCRITICO	91.67	9.50	Yn<Yc	0.70	2.19	21.85	2.90	1.41	26.11
2,487.72	2,497.81	170.30	0.00	6.37	1.22	18.42	1.45	1.69	8.53	83,689	SUPERCRITICO	18.49	3.27	Yn<Yc	0.78	2.59	24.25	2.90	1.09	26.11
2,497.81	2,559.97	170.30	0.00	6.98	1.14	17.87	1.37	1.91	9.90	97,078	SUPERCRITICO	19.06	3.33	Yn<Yc	0.75	2.48	23.56	2.90	1.18	26.11
2,559.97	2,593.89	170.30	0.00	6.37	1.22	18.42	1.45	1.69	8.53	83,689	SUPERCRITICO	18.49	3.27	Yn<Yc	0.78	2.59	24.25	2.90	1.09	26.11
2,593.89	2,598.89	756.48	586.18	39.79	0.95	16.51	1.15	11.84	286.44	2,808,804	SUPERCRITICO	91.67	9.50	Yn<Yc	0.70	2.19	21.85	2.90	1.41	26.11
2,598.89	2,653.17	170.30	0.00	6.37	1.22	18.42	1.45	1.69	8.53	83,689	SUPERCRITICO	18.49	3.27	Yn<Yc	0.78	2.59	24.25	2.90	1.09	26.11
2,653.17	2,703.89	170.30	0.00	2.32	1.50	46.56	1.58	0.59	1.05	10,311	SUBCRTICO	7.31	1.76	Yn>Yc	0.82	2.64	54.79	2.85	1.03	56.90

Tabla 2.7 Parámetros hidráulicos, sección erosionable – transición de empalme k2+708.89

ABSCISADO		Material	Fondo erosionable	Relación de vacios	Tipo de suelo	Fuerza tractiva unitaria		Sinuosidad		Fuerza tractiva maxima	Fuerza tractiva unitaria Lado	Fuerza tractiva unitaria fondo	Relación Fuerza tractiva	V	Velocidad mínima	Velocidad maxima	Profundidad hidráulica	FROUDE	lamina agua sección básica	Fuerza tractiva fondo	Chequeo
INICIA	TERMINA			e		τcc	τcc	Tipo	fr	τmax	Ks	Kl	K		Vmin	Vmax	D	Fr	H1	τl	
						[lb/pie2]	[N/m2]			[N/m2]				m/s	m/s	m/s	m		m	[N/m2]	
2,653.17	2,703.89	Guijarro-Arcilla	SI	0.50	SC	0.30	14.36	Ligero	0.1	12.93	0.73	0.96	0.76	2.04	0.60	1.50	1.71	0.50	1.500	9.88	cumple

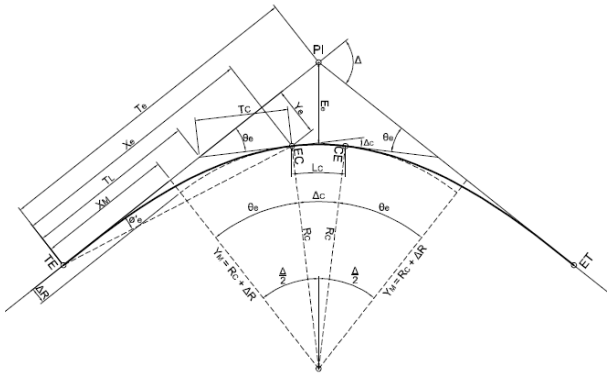
2.5 Curvas

Es común encontrar alineamientos no lineales en cauces naturales o artificiales, por consiguiente es requerido considerar el diseño de las curvas horizontales en su recorrido para dar garantía a las condiciones de continuidad en el flujo, disminuir perturbaciones de ondas cruzadas en la superficie y estimar de manera aproximada la sobreelevación consecuente con la fuerza centrífuga presente en este tipo de alineamientos.

El método seleccionado para disminuir las perturbaciones de ondas cruzadas es emplear bajas tasas de curvatura del canal y el uso de transiciones espirales con curvas circulares, se proporcionan dos curvas espirales, aguas arriba y aguas abajo de la curva circular central, con longitud mínima de espiral y radio mínimo de curvaturas mencionadas en los fundamentos de diseño. El cálculo geométrico de este tipo de curvas se desarrolló con el programa de apoyo para la aplicación del manual de diseño geométrico de carreteras, versión 1.0 software de uso libre (Véase la figura 2.4), el cual se exhibe en el anexo 1.

Figura 2.4 Software de apoyo diseño geométrico de curvas





La llamada fuerza centrífuga causada por el flujo alrededor de una curva resulta en un aumento de la superficie del agua en la pared exterior y una depresión de la superficie a lo largo de la pared interior, esta sobreelevación se puede obtener mediante el equilibrio de las fuerzas centrífugas y gravitacionales externas (Woodward y Posey 1941):

$$\Delta y = C \cdot \frac{V^2 \cdot T}{g \cdot R}$$

∴

V = Velocidad promedio

T = Ancho superficial
R = Radio de curvatura
g = Aceleración gravitacional
C = Coeficiente de sobreelevación (Véase la tabla 2.8)

Tabla 2.8 Coeficiente de sobreelevación

Flow Type	Channel Cross Section	Type of Curve	Value of C
Tranquil	Rectangular	Simple Circular	0.5
Tranquil	Trapezoidal	Simple Circular	0.5
Rapid	Rectangular	Simple Circular	1.0
Rapid	Trapezoidal	Simple Circular	1.0
Rapid	Rectangular	Spiral Transitions	0.5
Rapid	Tapezoidal	Spiral Transitions	1.0
Rapid	Rectangular	Spiral Banked	0.5

En la siguiente tabla se presenta el resumen de cálculos para cada alineamiento no lineal presente en el tramo de diseño. (Véase la figura 2.5)

Figura 2.5 Alineamientos no lineales presentes

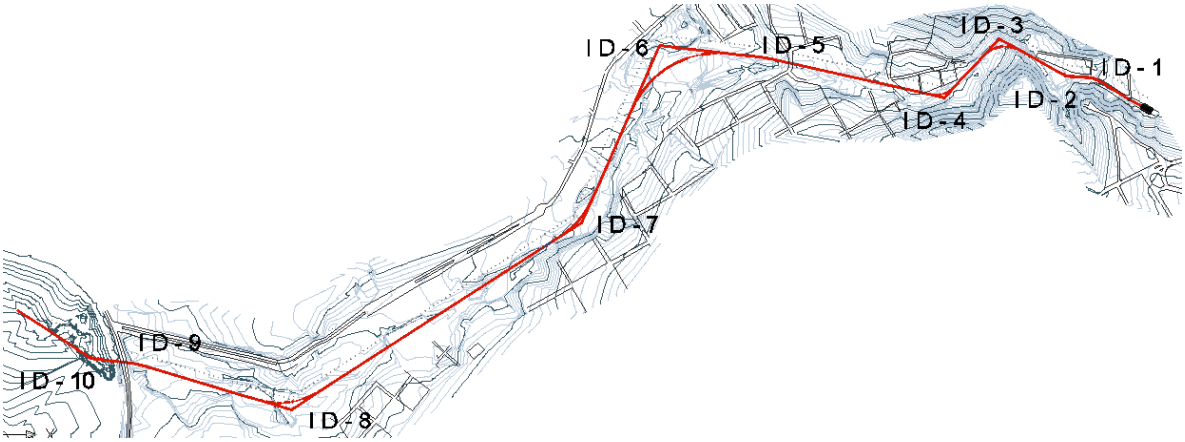


Tabla 2.9 Diseño de curvas

							CURVA CIRCULAR SIMPLE								AJUSTE DE CURVA ESPIRAL									ABSCISAS TOPOGRAFIA			
Curva	ABSCISA	Q	V	R min	c	Ø	T min	(c/2)/R	G	G ASUM	R DEF	T DEF	Xe	L curva circular	base	cresta	L Espiral minima	L Espiral	R/b`	hf	Lmodif	pend curv	TE	Δy	INICIA	INICIA	TERMINA	TERMINA
ID	TOPOGRA	m3/seg	m/seg	m		Grados			Grados	Grados			m	m	m	m	m	m			m	S %	m	m	PEND	CURVA	CURVA	PEND
			Shukry	*34.36*												*Los Angeles*	7.00											
1	k0+115.19	58.50	5.76	60.00	10.00	26.00	13.85	0.08	9.56	10.00	57.37	13.24	13.98	13.23	10.00	11.45	10.73	14.00	5.35	0.08	41.227	1.26%	20.88	0.69	94.31	108.29	122.09	136.07
		Los Angeles		*176.8*												*Douma et, al*	41.00								13.98	6.90	6.90	13.98
			Shukry	*34.36*												*Los Angeles*	7.00											
2	k0+172.12	58.50	5.76	60.00	10.00	26.00	13.85	0.08	9.56	10.00	57.37	13.24	13.98	11.56	10.00	11.45	10.73	14.00	5.35	0.08	39.560	1.26%	20.00	0.69	152.12	166.10	178.14	192.12
		Los Angeles		*176.8*												*Douma et, al*	41.00								13.98	6.02	6.02	13.98
			Shukry	*39.00*												*Los Angeles*	9.00											
3	k0+326.91	98.60	6.37	80.00	10.00	76.00	62.50	0.06	7.17	8.00	71.68	56.00	19.95	59.84	13.00	13.00	13.00	20.00	5.51	0.10	99.840	1.05%	57.30	0.37	269.62	289.56	364.26	384.21
		Los Angeles		*196.6*												*Douma et, al*	45.00								19.95	37.35	37.35	19.95
			Shukry	*38.02*												*Los Angeles*	9.00											
4	k0+490.50	100.60	5.58	50.00	10.00	59.60	28.63	0.10	11.48	12.00	47.84	27.39	24.84	27.01	12.00	12.67	12.34	25.00	3.88	0.08	77.01	1.05%	41.41	0.85	449.09	473.94	507.06	531.90
		Los Angeles		*142.3*												*Douma et, al*	43.00								24.84	16.56	16.56	24.84
			Shukry	*47.90*												*Los Angeles*	9.00											
5	k0+864.57	100.60	6.00	100.00	10.00	6.00	5.24	0.05	5.73	6.00	95.54	5.01	9.99	0.42	12.00	15.97	13.98	10.00	6.83	0.09	20.42	1.30%	10.22	0.60	854.35	864.34	864.79	874.78
		Los Angeles		*201.1*												*Douma et, al*	52.00								9.99	0.23	0.23	9.99
			Shukry	*47.90*												*Los Angeles*	9.00											
6	k1+081.06	100.60	6.00	190.00	10.00	72.58	139.51	0.03	3.02	3.00	191.01	140.26	49.91	190.77	12.00	15.97	13.98	50.00	13.66	0.09	290.77	0.88%	164.98	0.32	916.08	965.99	1,196.12	1,246.03
		Los Angeles		*201.1*												*Douma et, al*	52.00								49.91	115.06	115.06	49.91
			Shukry	*49.80*												*Los Angeles*	11.00											
7	k1+474.51	130.10	6.32	180.00	10.00	33.77	54.64	0.03	3.18	4.00	143.27	43.49	29.98	76.10	12.00	16.60	14.30	30.00	10.02	0.10	136.10	0.87%	69.70	0.39	1,404.81	1,434.79	1,514.23	1,544.21
		Los Angeles		*193.3*												*Douma et, al*	53.00								29.98	39.72	39.72	29.98
			Shukry	*55.26*												*Los Angeles*	13.00											
8	k2+178.08	170.30	6.37	150.00	10.00	49.48	69.12	0.03	3.82	4.00	143.27	66.02	49.86	80.34	13.00	18.42	15.71	50.00	9.12	0.10	180.34	0.76%	94.91	0.54	2,083.18	2,133.04	2,223.13	2,272.99
		Los Angeles		*188.2*												*Douma et, al*	56.00								49.86	45.04	45.04	49.86
			Shukry	*55.26*												*Los Angeles*	13.00											
9	k2+505.15	170.30	6.37	200.00	10.00	9.32	16.31	0.03	2.87	3.00	191.01	15.58	24.99	7.55	13.00	18.42	15.71	25.00	12.16	0.10	57.55	0.88%	28.82	0.41	2,476.33	2,501.32	2,508.98	2,533.97
		Los Angeles		*188.2*												*Douma et, al*	56.00								24.99	3.83	3.83	24.99
			Shukry	*55.26*												*Los Angeles*	13.00											
10	k2+602.89	170.30	6.37	80.00	10.00	26.61	18.92	0.06	7.17	8.00	71.68	16.95	24.94	12.16	13.00	18.42	15.71	25.00	4.56	0.10	62.16	0.87%	31.49	1.02	2,571.40	2,596.34	2,609.44	2,634.38
		Los Angeles		*188.2*												*Douma et, al*	56.00								24.94	6.55	6.55	24.94

2.6 Transiciones

Este tipo de estructura se presenta con regularidad en condiciones de diseño y construcción de canales de cualquier tipo, debido al cambio secciones por caudales de diseño, condicionamiento de espacios por usos de suelo en zonas contiguas o por cualquier tipo de estructura que requiera continuidad superior. Las transiciones deben ser diseñadas para llevar a cabo el cambio necesario en la sección transversal con un mínimo de perturbación del flujo que sea compatible con la economía.

En este informe se consideran básicamente tres tipos de transiciones;

- la primera por cambio de forma geométrica de la sección transversal (Trapezoidal – Rectangular) consecuente con la zona de falla por rotación inherente a la erosión establecida en el tramo comprendido del k0+215 – k0+426, en este tipo de transición se tendrá en cuenta: ángulo máximo de 12.5° medidos entre el eje de canal y la línea que conecta los lados del canal, se evitará ángulos agudos en la superficie y se contemplará perdidas por conversión. (Véase la tabla 2.10)

- La segunda por aumento de caudales debido al aporte de canales tributarios en el tramo objeto de estudio, para este tipo de transición, se considera empalmar las dos secciones trapezoidales en línea recta variando el ancho con cambio máximo en la línea limitado a 6°, medidos entre el eje de canal y la línea que conecta los lados del canal.

- La tercera por cambio de transición control de rugosidad entre las dos secciones no erosionable y erosionable (k2+279), para evitar la generación de cuenco de socavación local, con descenso potencial del lecho de cauce, se proyecta emplear terminal en estructura de disipación de energía provisional, utilizando bloques deflectores de concreto en la sección en concreto, complementando con traviesa en Geotube emplazada en la base de la sección transversal erosionable con líneas de enrocado aguas arriba y aguas abajo.

2.7 Secciones transversales constructivas

En la siguiente secuencia de figuras se exhiben las secciones constructivas proyectadas con base a los lineamientos presentes en este capítulo. De igual manera en el anexo 2 se presenta el diseño geométrico del eje del canal.



Tabla 2.10 Diseño de transición cambio de sección trapezoidal – rectangular k0+200.14

HIDRAFORCIS

Proyecto:	DISEÑO HIDRÁULICO CANAL LA CAÑADA CÚCUTA - NTS
Contratista:	CONORCIO LA CAÑADA

DISEÑO TRANSICIONES

TRAN	ABSCISA	Q1	B1	A1	V1	H1	z1	T1	Hv1	he1	Q2	B2	A2	V2	H2	z2	T2	Hv2	he2	θ	L	Ldef	Tipo de transición		Ci	Co	ΔHv	Pérdida
ID 1		m3/s	m	m2	m/s	m		m	m	m	m3/s	m	m2	m/s	m		m	m	m	[°]	m	m					m	m
1	200.14	58.5	10.00	10.15	5.76	0.88	1.00	11.45	1.69	2.57	98.60	13.00	15.48	6.37	1.09	0.00	13.00	2.07	3.16	6.00	7.4	15.0	RECTA	ENTRADA	0.20	0.30	0.38	0.45
	K_1	15.00	K_2	0.004	K_3	0.00334	K_4	6.50	K_5	-1.55	K_6	6.50	K_7	-3.00	K_8	13.21	K_9	0.0002	K_{10}	300.86	K_{11}	301.69						
	ESTACIÓN	Δyi	Δhv	hvi	Vi	Ai	0.5Ti	0.5Bi	Yi	M	Δhfi	ΣΔhfi	Zi	Zoi	zi	ZLi	HLi	0.5Wi	sli	Desfase	HT	Sección de inicial		Sección final				
																				0.00	1.70							
	k0+00	0.000	0.000	1.693	5.76	10.1	5.73	5.00	0.73	11.65	0.00000	0.00000	300.9	300.1	1.00	301.7	1.55	6.55	1%									
	k0+01	0.004	0.003	1.697	5.77	10.1	5.73	5.01	0.73	11.69	0.01073	0.01073	300.9	300.1	0.99	301.7	1.53	6.53	1.3%									
	k0+02	0.016	0.013	1.707	5.79	10.1	5.75	5.05	0.72	11.82	0.01083	0.02156	300.8	300.1	0.97	301.6	1.52	6.53	1.7%									
	k0+03	0.036	0.030	1.723	5.82	10.1	5.79	5.12	0.71	12.04	0.01105	0.03261	300.8	300.1	0.94	301.6	1.51	6.54	2.1%									
	k0+04	0.064	0.053	1.747	5.85	10.0	5.84	5.21	0.70	12.35	0.01137	0.04398	300.8	300.1	0.90	301.6	1.50	6.56	2.6%									
	k0+05	0.100	0.083	1.777	5.90	9.9	5.90	5.33	0.68	12.75	0.01182	0.05581	300.7	300.0	0.83	301.5	1.51	6.59	3.1%									
	k0+06	0.144	0.120	1.814	5.97	9.8	5.97	5.48	0.66	13.27	0.01241	0.06821	300.7	300.0	0.75	301.5	1.51	6.61	3.7%									
	k0+07	0.196	0.164	1.857	6.04	9.7	6.06	5.65	0.64	13.90	0.01314	0.08135	300.6	300.0	0.64	301.5	1.52	6.64	4.3%									
	k0+08	0.254	0.212	1.907	6.12	9.6	6.16	5.85	0.61	14.65	0.01404	0.09539	300.5	299.9	0.52	301.4	1.54	6.64	4.8%									
	k0+09	0.306	0.255	1.950	6.19	9.5	6.25	6.02	0.59	15.34	0.01499	0.11039	300.4	299.9	0.39	301.4	1.56	6.63	4.7%									
	k0+10	0.351	0.292	1.987	6.24	9.4	6.33	6.17	0.58	15.96	0.01588	0.12626	300.4	299.8	0.28	301.4	1.57	6.61	4.4%									
	k0+11	0.387	0.322	2.017	6.29	9.3	6.39	6.29	0.56	16.49	0.01666	0.14292	300.3	299.8	0.18	301.4	1.58	6.58	4.0%									
	k0+12	0.415	0.346	2.041	6.33	9.2	6.44	6.38	0.55	16.92	0.01732	0.16024	300.3	299.7	0.10	301.3	1.59	6.55	3.6%									
	k0+13	0.435	0.362	2.057	6.35	9.2	6.47	6.45	0.55	17.24	0.01783	0.17807	300.3	299.7	0.05	301.3	1.59	6.52	3.1%									
	k0+14	0.447	0.372	2.067	6.37	9.2	6.49	6.49	0.54	17.43	0.01819	0.19625	300.2	299.7	0.01	301.3	1.59	6.51	2.6%									
	k0+15	0.451	0.376	2.071	6.37	9.2	6.50	6.50	0.54	17.49	0.01837	0.21462	300.2	299.7	0.00	301.2	1.58	6.50	2.1%									

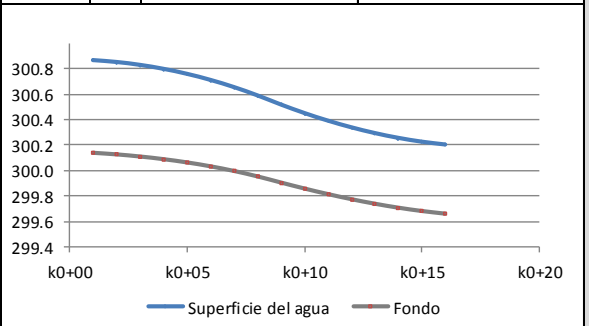


Figura 2.6 Sección K0+032.14 - K0+200.12

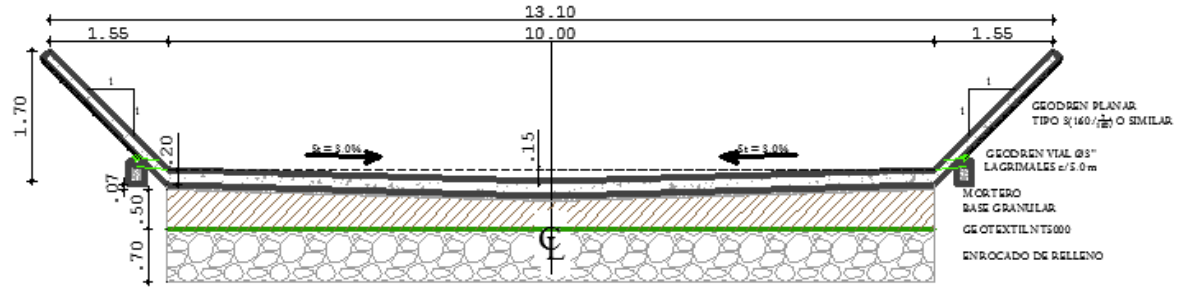


Figura 2.7 Sección K0+200.12- K0+426.84

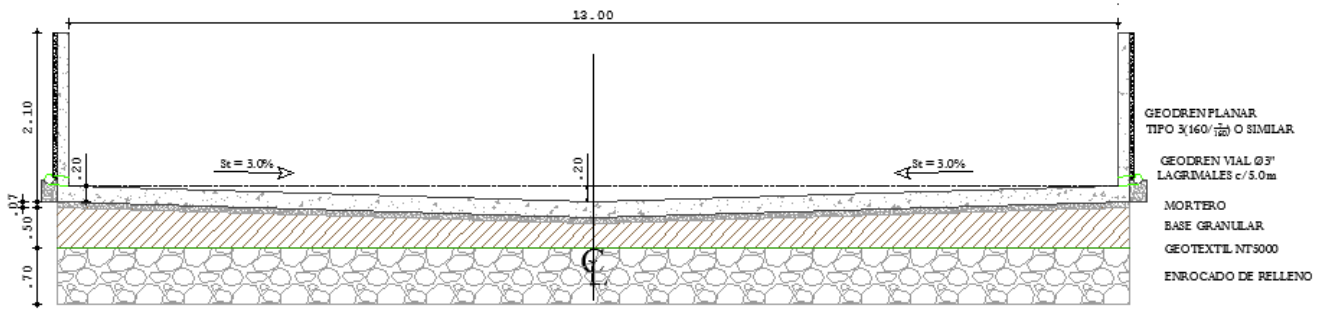


Figura 2.8 Sección K0+426.84- K0+907.57

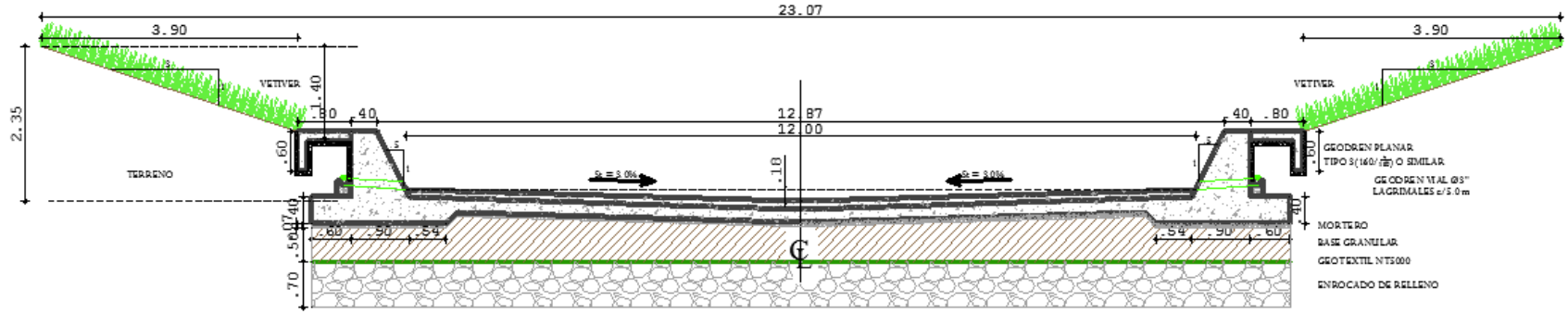


Figura 2.9 Sección K0+907.57- K1+575.89

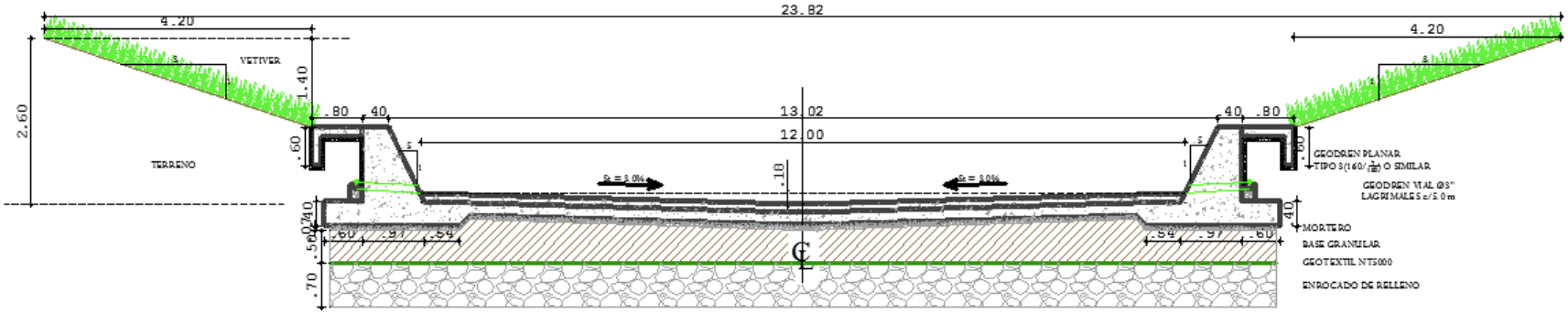


Figura 2.10 Sección K1+595.84- K1+980.85

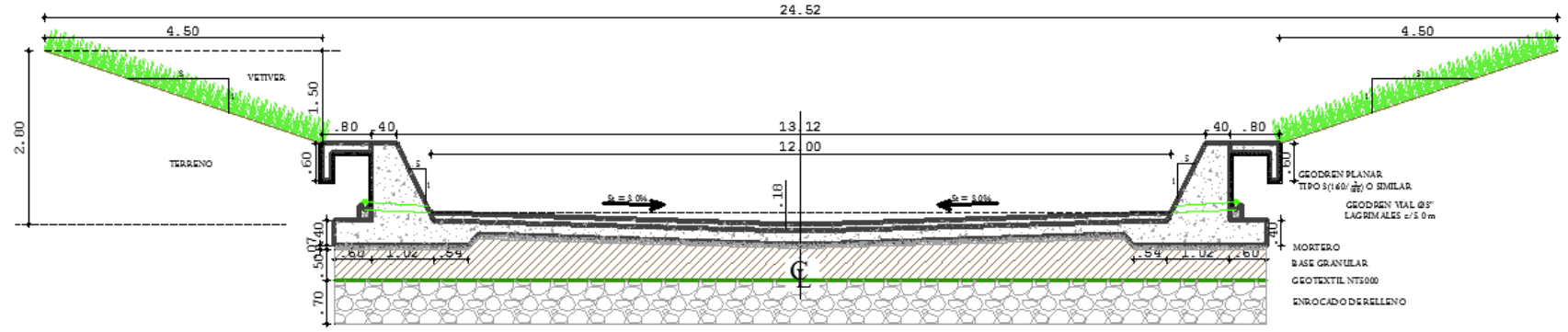
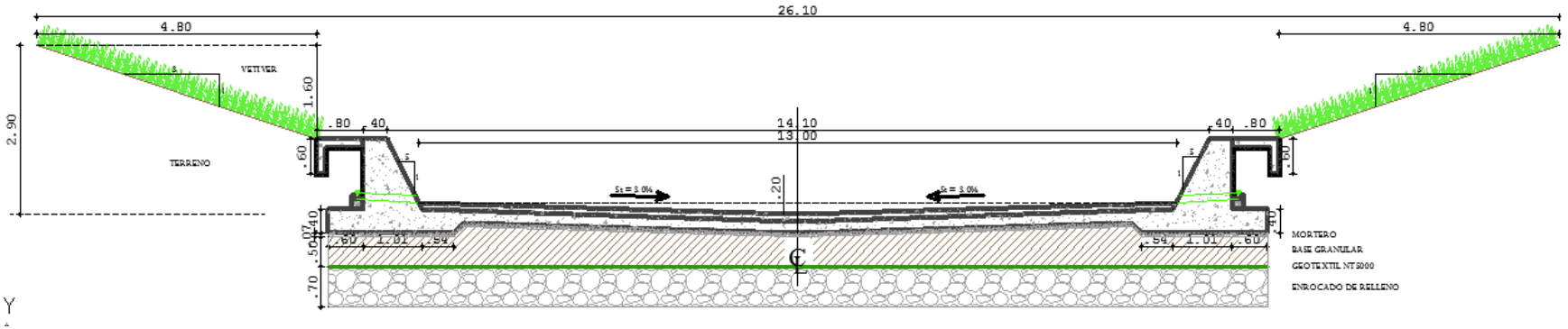


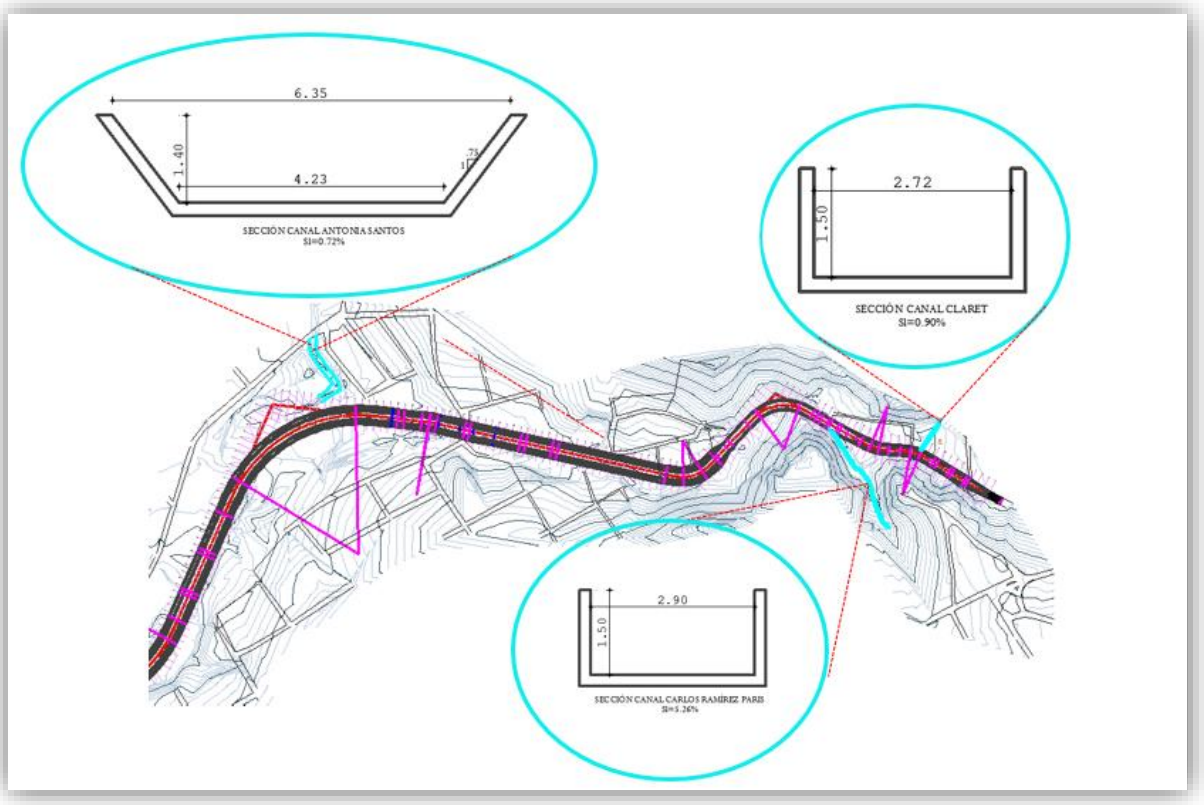
Figura 2.11 Sección K2+005.85 – K2+728.65



2.8 canales tributarios

En el tramo objeto de estudio, se presenta el aporte de tres canales tributarios relevantes, los cuales son; Canal Carlos Ramírez Paris - K0+110, Descarga Canal Claret - K0+240 y el Canal de Antonia Santos - K1+030. (Véase la figura 2.12)

Figura 2.12 Canales tributarios



Bajo las condiciones geométricas e hidráulicas actuales se evalúa la capacidad de los canales tributarios en condición de flujo uniforme:

Tabla 2.11 Caudales por canal

Canal	Caudal modelo HEC-HMS m^3/s	Pendiente longitudinal	Capacidad
Claret	21.70	0.91%	Figura 2.13
Carlos Ramírez Paris	19.15	5.24%	Figura 2.14
Antonia Santos	37.02	0.72%	Figura 2.15

Figura 2.13 Canal Claret

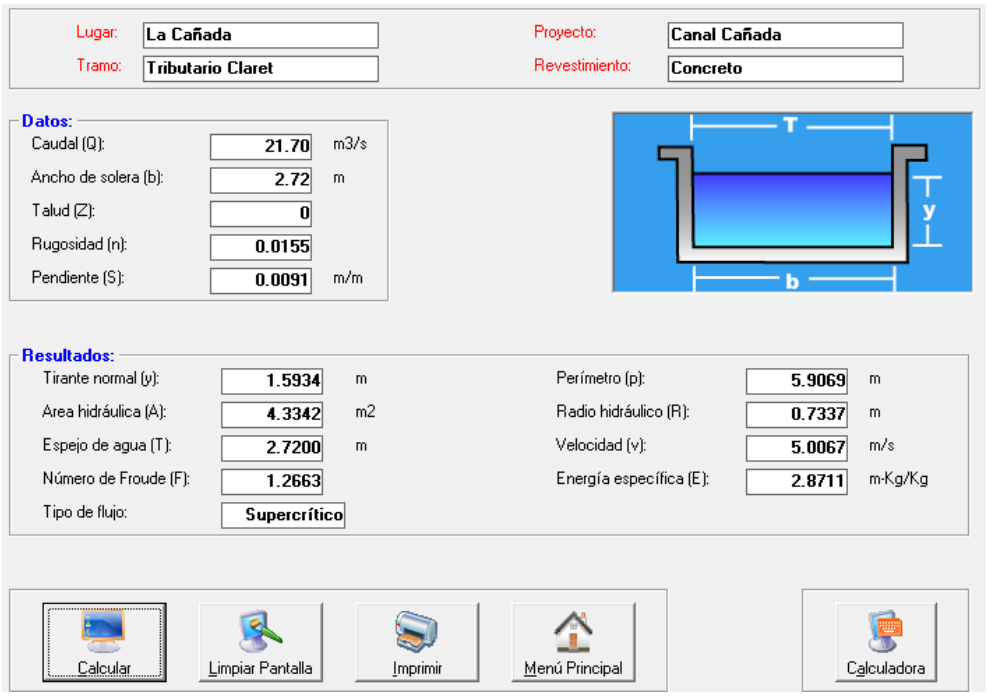


Figura 2.14 Canal Carlos Ramírez Paris

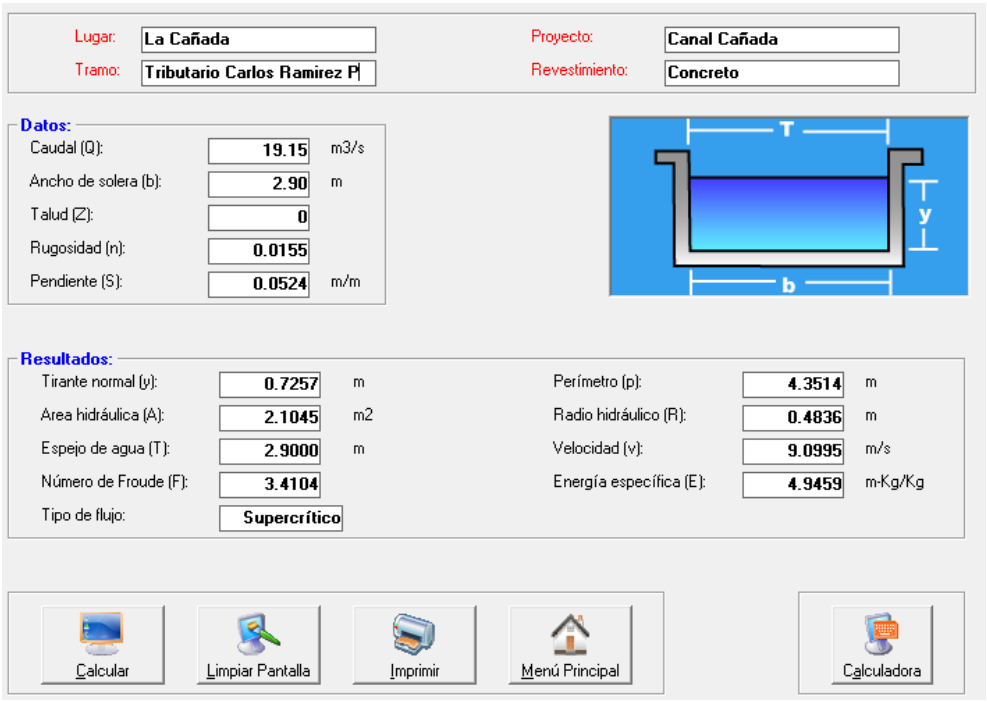
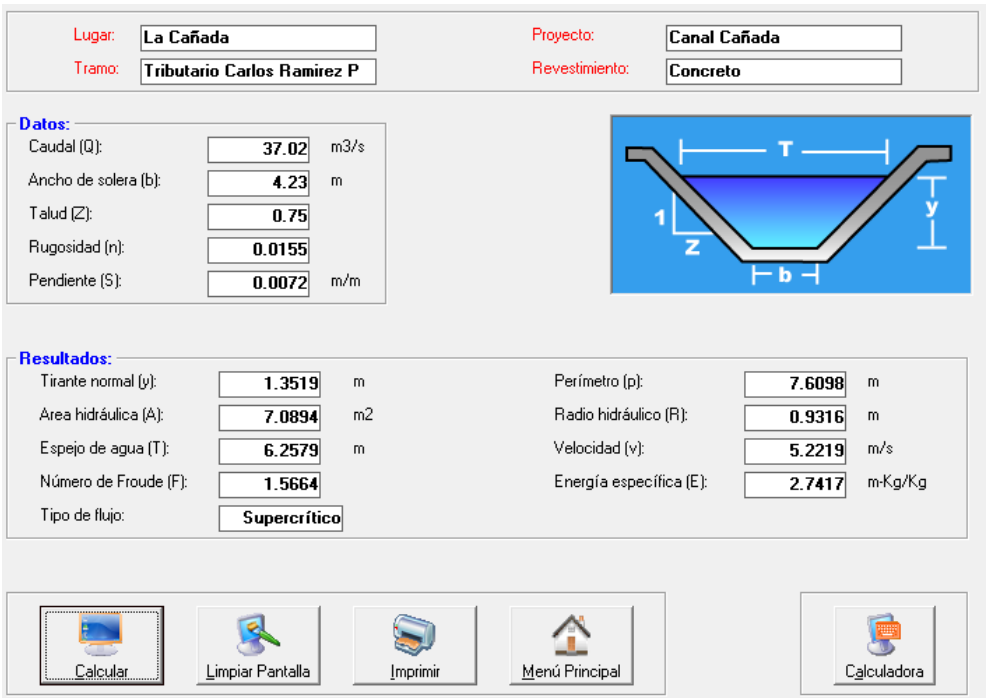


Figura 2.15 Canal Antonia Santos



En la siguiente tabla se presenta el resumen de los cálculos de capacidad y parámetros de diseño de los canales tributarios.

Tabla 2.12 Parámetros de tributarios

Canal	*Cumple*	*Velocidad [m/s]*	*Froude [-]*	*Profundidad Normal [m]*
Claret	No	5.00	1.26	1.59
Carlos Ramírez Paris	Si	9.09	3.41	0.72
Antonia Santos	Si	5.22	1.56	1.35

Según el cálculo hidráulico la sección rectangular del canal Claret no tiene la capacidad para trasportar el caudal probable en el punto de evaluación por consiguiente requiere elevar los muros verticales 0.50 m o recalcular la sección del canal. De igual manera el canal de Antonia Santos tiene solo 0.15 m de Borde libre, es conveniente aumentar este borde libre a 0.50 m.



3.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se considera Borde Libre de un metro por factores no contabilizados; la acumulación de sedimentos, basura, escombros y sobrelevaciones en la curvas del proyecto.

Es pertinente definir un nuevo alineamiento de los canales tributarios debido a que se cambió la distribución horizontal del antiguo cauce, así mismo en la medida de lo posible plantear la descarga por la corona del canal proyectado, empleando estructura de disipación de energía por el talud superior hasta la sección básica en concreto, cuando no sea factible la descarga por la corona del canal, se deberá proyectar la descarga por la sección básica empleando tubería en concreto con muro cabezal y aletas de entrada, estableciendo ángulo de 45° de inclinación respecto al eje del canal.

Se proyecta concreto de alta resistencia 40 MPa (CAR), para la placa de fondo, debido a la imprecisión en la identificación de los diversos factores que intervienen en la durabilidad; como es el caso de ausencia de mantenimiento, desgaste abrasivo por la acción de los sólidos rugosos llevados por el agua

Se recomienda al gobierno municipal evitar la construcción de viviendas en zonas paralelas al canal, de tal forma que se impida la invasión del espacio público que debe existir paralelo a los cauces de las corrientes superficiales, de igual manera priorizar la recuperación de predios emplazados en zonas contiguas actual al canal proyectado.

Evitar la construcción de alcantarillas en curvas, se requieren que los alineamientos no lineales tengan paso libre sin ningún tipo de estructura que afecte su curso o flujo

Se recomienda al consultor vial proyectar vías de acceso para mantenimiento preventivo y correctivo del canal.

El sistema de subdrenaje de fondo se construirá de acuerdo a recomendaciones del geotecnista.

Se recomienda a la autoridad competente elaborar el plan de mantenimiento preventivo; donde se organicen brigadas de limpieza trimestrales con inicio en enero después del principal periodo de lluvias, así mismo elaborar formatos de inspección donde se asigne códigos a las losas en concreto de fondo, de tal manera que se pueda hacer seguimiento semestral del desgaste, porcentaje de deterioro y estado de las juntas, estableciendo un diagnóstico acertado del nivel de severidad de los daños en elemento estructural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1].Chow, Ven Te, 1959. Open Channel Hydraulics, Mc Graw Hill Civil Engineering Series, New York.

[2].HIDRAFORCIS, Casadiego Álvaro Adrián et al. Canal Aguas Lluvias Torcoroma – Chiveras – Río Pamplonita. Cúcuta: 2012

[3]. Hilerio I. Abrasión en concreto de alta resistencia, Departamento de Materiales. UAM Azcapotzalco. México D.F: 2003

[4].MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. RAS – 2000. Bogotá: 2000.

[5].MINISTERIO DE TRANSPORTE - INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual de drenaje para carreteras. Bogotá: 2009.

[6]. Rodríguez Ruiz Pedro. HIDRÁULICA de CANALES, Oaxaca: 2008

[7].Stockstill Richard. Hydraulic Design of Channels Conveying Supercritical Flow, Coastal and Hydraulics Laboratory U.S. ARMY ENGINEER RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER, Vicksburg, 2006

[8].UNION TEMPORAL CANAL BOGOTÁ, Carrillo Gustavo A. Prolongación canal intersección av. los libertadores a intersección anillo vial. Cúcuta: 2013

[9].U.S ARMY CORPS OF ENGINEETS, HYDRAULIC DESIGN OF FLOOD CONTROL CHANNELS. Engineer Manual No. 1110-2-1601. Washington D.C.: 1994

[10]. U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, Design of Roadside Channels with Flexible Linings, Hydraulic Engineering Circular No. 15, Third Edition. Washington, D.C.: 2005

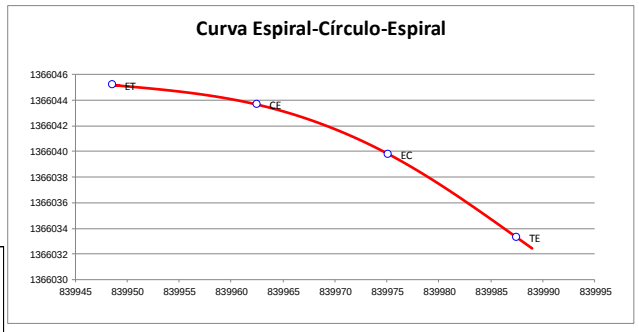
ANEXOS

Anexo 1. Diseño geométrico de curvas

CURVA ESPIRAL-CIRCULO-ESPIRAL ID 1

INFORMACION DE LA CURVA

Tipo de Espiral :	Espiral-Circulo-Espiral	
Abscisa Inicial (m) :	K0+094.31	
Coordenadas Punto Inicial (N-E) :	1366032.431	839988.983
Azimut de Entrada (g,m,s) :	300°48'54"	
Coordenadas Punto Final (N-E) :	1366045.116	839949.288
Azimut de Salida (g,m,s) :	274°43'31"	
Espiral Entrada (m) :	14.000	Longitud
Radio Circular (m) :	60.000	
Centro Circular (N-E) :		
Espiral Salida (m) :	14.000	Longitud
Sentido :	Izquierda	
Incremento en Abscisado (m) :	1	



INFORMACION PARA LOCALIZACION

Coordenadas Equipo de Precisión

Punto	N	E
TE	1366033.266	839987.537

Coordenadas Punto Cero

Punto	N	E
PI	1366043.706	839969.454

Calcular

Problemas al calcular la curva

ELEMENTOS DE LA CURVA

	Entrada (m)	Salida (m)
Delta :	26°0'0.0"	
Longitud Total :	43.561	
Longitud Espiral :	14.000	14.000
Parámetro Espiral :	28.983	28.983
Oe :	6°41'4.2"	6°41'4.2"
Delta C :	12°37'51.5"	
Xc :	13.981	13.981
Yc :	0.544	0.544
Xm :	6.997	6.997
Disloque :	0.136	0.136
Te :	20.880	20.880
Lc :	13.227	

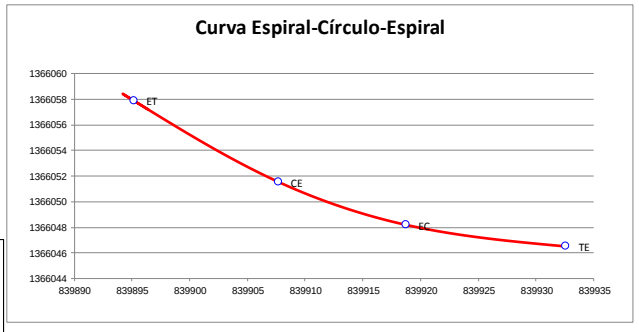
	Abscisa	Coordenadas Norte	Coordenadas Este
PI :		1366043.706	839969.454
TE :	76.96	1366033.266	839987.537
EC :	90.96	1366039.785	839975.157
CE:	104.19	1366043.645	839962.534
ET :	118.19	1366045.162	839948.625
Centro :		1365984.685	839951.410

_CIRCLE
839969.454428625,1366043.70582594
839987.537320699,1366033.26566333
839975.157499541,1366039.78509706
839962.533924726,1366043.64451118
839948.624966899,1366045.16236379
839951.409869769,1365984.68473336

CURVA ESPIRAL-CIRCULO-ESPIRAL ID 2

INFORMACION DE LA CURVA

Tipo de Espiral :	Espiral-Circulo-Espiral	
Abscisa Inicial (m) :	K0+152.12	
Coordenadas Punto Inicial (N-E) :	1366046.485	839932.623
Azimut de Entrada (g,m,s) :	274.7247	
Coordenadas Punto Final (N-E) :	1366057.186	839896.446
Azimut de Salida (g,m,s) :	299.1321	
Espiral Entrada (m) :	14.000	Longitud
Radio Circular (m) :	60.000	
Centro Circular (N-E) :		
Espiral Salida (m) :	14.000	Longitud
Sentido :	Derecha	
Incremento en Abscisado (m) :	1	



INFORMACION PARA LOCALIZACION

Coordenadas Equipo de Precisión

Punto	N	E
TE	1366046.485	839932.626

Coordenadas Punto Cero

Punto	N	E
PI	1366048.132	839912.691

Calcular

Problemas al calcular la curva

ELEMENTOS DE LA CURVA

	Entrada (m)	Salida (m)
Delta :	24°24'26.6"	
Longitud Total :	40.967	
Longitud Espiral :	14.000	14.000
Parámetro Espiral :	28.983	28.983
Oe :	6°41'4.2"	6°41'4.2"
Delta C :	11°2'18.2"	
Xc :	13.981	13.981
Yc :	0.544	0.544
Xm :	6.997	6.997
Disloque :	0.136	0.136
Te :	20.003	20.003
Lc :	11.559	

	Abscisa	Coordenadas Norte	Coordenadas Este
PI :		1366048.132	839912.691
TE :	75.29	1366046.485	839932.626
EC :	89.29	1366048.178	839918.737
CE:	100.85	1366051.539	839907.695
ET :	114.85	1366057.870	839895.218
Centro :		1366106.993	839930.606

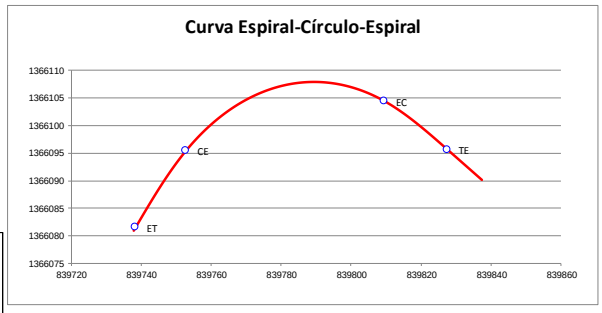
_CIRCLE
839912.690715104,1366048.13238324

839930.605753327,1366106.99280914

CURVA ESPIRAL-CIRCULO-ESPIRAL ID 3

INFORMACION DE LA CURVA

Tipo de Espiral :	Espiral-Circulo-Espiral	
Abscisa Inicial (m) :	K0+269.62	
Coordenadas Punto Inicial (N-E) :	1366090.147	839837.360
Azimut de Entrada (g,m,s) :	299.1321	
Coordenadas Punto Final (N-E) :	1366080.969	839737.927
Azimut de Salida (g,m,s) :	222.8827	
Espiral Entrada (m) :	20.000	Longitud
Radio Circular (m) :	60.000	
Centro Circular (N-E) :		
Espiral Salida (m) :	20.000	Longitud
Sentido :	Izquierda	
Incremento en Abscisado (m) :	1	



INFORMACION PARA LOCALIZACION

Coordenadas Equipo de Precisión

Punto	N	E
TE	1366095.640	839827.504

Coordenadas Punto Cero

Punto	N	E
PI	1366123.533	839777.456

Calcular

99.848

ELEMENTOS DE LA CURVA

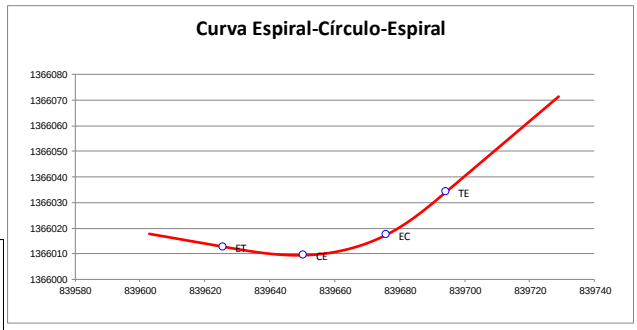
	Entrada (m)	Salida (m)
Delta :	76°14'57.8"	
Longitud Total :	111.923	
Longitud Espiral :	20.000	20.000
Parámetro Espiral :	34.641	34.641
Oe :	9°32'57.5"	9°32'57.5"
Delta C :	57°9'2.9"	
Xc :	19.945	19.945
Yc :	1.109	1.109
Xm :	9.991	9.991
Disloque :	0.278	0.278
Te :	57.296	57.296
Lc :	59.848	

	Abscisa	Coordenadas Norte	Este	_CIRCLE
PI :		1366123.533	839777.456	839777.456045817,1366123.53308525
TE :	86.57	1366095.640	839827.504	839827.504361683,1366095.63981238
EC :	106.57	1366104.381	839809.543	839809.542990766,1366104.38066681
CE:	166.42	1366095.409	839752.851	839752.850705047,1366095.40899648
ET :	186.42	1366081.549	839738.466	839738.465918104,1366081.54929623
Centro :		1366047.851	839789.433	839789.432862164,1366047.85118134

CURVA ESPIRAL-CIRCULO-ESPIRAL ID 4

INFORMACION DE LA CURVA

Tipo de Espiral :	Espiral-Circulo-Espiral	
Abscisa Inicial (m) :	K0+449.09	
Coordenadas Punto Inicial (N-E) :	1366071.403	839729.043
Azimut de Entrada (g,m,s) :	222.885	
Coordenadas Punto Final (N-E) :	1366017.692	839602.995
Azimut de Salida (g,m,s) :	282.4819	
Espiral Entrada (m) :	25.000	Longitud
Radio Circular (m) :	50.000	
Centro Circular (N-E) :		
Espiral Salida (m) :	25.000	Longitud
Sentido :	Derecha	
Incremento en Abscisado (m) :	1	



INFORMACION PARA LOCALIZACION

Coordenadas Equipo de Precisión

Punto	N	E
TE	1366034.046	839694.347

Coordenadas Punto Cero

Punto	N	E
PI	1366003.707	839666.169

Calcular

ELEMENTOS DE LA CURVA

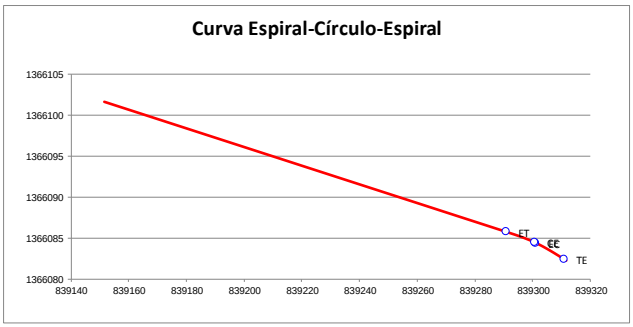
	Entrada (m)	Salida (m)
Delta :	59°35'48.8"	
Longitud Total :	151.291	
Longitud Espiral :	25.000	25.000
Parámetro Espiral :	35.355	35.355
Oe :	14°19'26.2"	14°19'26.2"
Delta C :	30°56'56.4"	
Xc :	24.844	24.844
Yc :	2.074	2.074
Xm :	12.474	12.474
Disloque :	0.520	0.520
Te :	41.405	41.405
Lc :	27.008	

	Abscisa	Coordenadas Norte	Este	_CIRCLE
PI :		1366003.707	839666.169	839666.169471659,1366003.70749332
TE :	126.27	1366034.046	839694.347	839694.34683059,1366034.04586687
EC :	151.27	1366017.253	839675.920	839675.919928181,1366017.25344863
CE:	178.28	1366009.312	839650.448	839650.448289884,1366009.31184478
ET :	203.28	1366012.656	839625.743	839625.743030642,1366012.65642189
Centro :		1366059.286	839648.841	839648.841079427,1366059.28600685

CURVA ESPIRAL-CIRCULO-ESPIRAL ID5

INFORMACION DE LA CURVA

Tipo de Espiral :	Espiral-Circulo-Espiral	
Abscisa Inicial (m) :	K0+854.35	
Coordenadas Punto Inicial (N-E) :	1366082.245	839311.509
Azimut de Entrada (g,m,s) :	282.4829	
Coordenadas Punto Final (N-E) :	1366101.652	839151.449
Azimut de Salida (g,m,s) :	276.5125	
Espiral Entrada (m) :	10.000	Longitud
Radio Circular (m) :	100.000	
Centro Circular (N-E) :		
Espiral Salida (m) :	10.000	Longitud
Sentido :	Izquierda	
Incremento en Abscisado (m) :	1	



INFORMACION PARA LOCALIZACION

Coordenadas Equipo de Precisión

Punto	N	E
TE	1366082.380	839310.898

Coordenadas Punto Cero

Punto	N	E
PI	1366084.589	839300.923

Calcular

ELEMENTOS DE LA CURVA

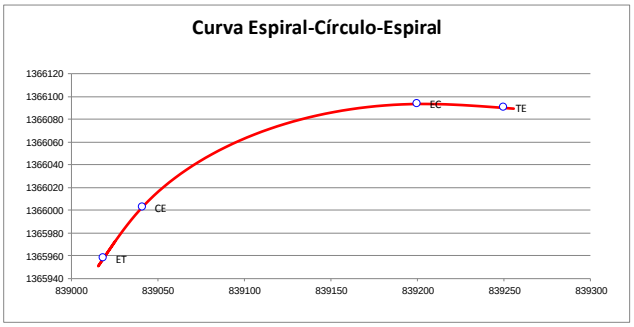
	Entrada (m)	Salida (m)
Delta :	5°58'13.4"	
Longitud Total :	161.274	
Longitud Espiral :	10.000	10.000
Parámetro Espiral :	31.623	31.623
Oe :	2°51'53.2"	2°51'53.2"
Delta C :	0°14'27.0"	
Xc :	9.998	9.998
Yc :	0.167	0.167
Xm :	5.000	5.000
Disloque :	0.042	0.042
Te :	10.217	10.217
Lc :	0.420	

	Abscisa	Coordenadas Norte	Coordenadas Este	_CIRCLE
PI :		1366084.589	839300.923	839300.922913031,1366084.58856449
TE :	75.92	1366082.380	839310.898	839310.898030078,1366082.38025748
EC :	85.92	1366084.379	839301.101	839301.10084678,1366084.37850175
CE:	86.34	1366084.448	839300.686	839300.686295722,1366084.4478567
ET :	96.34	1366085.747	839290.772	839290.77220627,1366085.74733479
Centro :		1365985.784	839284.393	839284.392805923,1365985.78417447

CURVA ESPIRAL-CIRCULO-ESPIRAL ID6

INFORMACION DE LA CURVA

Tipo de Espiral :	Espiral-Circulo-Espiral	
Abscisa Inicial (m) :	K0+916.08	
Coordenadas Punto Inicial (N-E) :	1366089.768	839255.395
Azimut de Entrada (g,m,s) :	276.5125	
Coordenadas Punto Final (N-E) :	1365972.535	839025.305
Azimut de Salida (g,m,s) :	203.9047	
Espiral Entrada (m) :	50.000	Longitud
Radio Circular (m) :	190.000	
Centro Circular (N-E) :		
Espiral Salida (m) :	50.000	Longitud
Sentido :	Izquierda	
Incremento en Abscisado (m) :	10	



INFORMACION PARA LOCALIZACION

Coordenadas Equipo de Precisión

Punto	N	E
TE	1366090.411	839249.758

Coordenadas Punto Cero

Punto	N	E
PI	1366109.123	839085.846

Calcular

Problemas al calcular la curva

ELEMENTOS DE LA CURVA

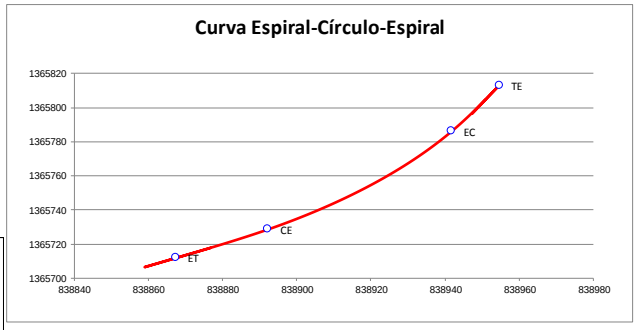
	Entrada (m)	Salida (m)
Delta :	72°36'28.1"	
Longitud Total :	312.023	
Longitud Espiral :	50.000	50.000
Parámetro Espiral :	97.468	97.468
Oe :	7°32'20.1"	7°32'20.1"
Delta C :	57°31'47.9"	
Xc :	49.914	49.914
Yc :	2.190	2.190
Xm :	24.986	24.986
Disloque :	0.548	0.548
Te :	164.977	164.977
Lc :	190.777	

	Abscisa	Coordenadas Norte	Coordenadas Este	_CIRCLE
PI :		1366109.123	839085.846	839085.845940153,1366109.12314626
TE :	80.96	1366090.411	839249.758	839249.758268245,1366090.4114702
EC :	130.96	1366093.897	839199.918	839199.91842925,1366093.8965201
CE:	321.74	1366003.042	839041.223	839041.222735409,1366003.04226951
ET :	371.74	1365958.298	839018.995	839018.994563713,1365958.29784424
Centro :		1365903.927	839203.322	839203.321978986,1365903.92700715

CURVA ESPIRAL-CIRCULO-ESPIRAL ID7

INFORMACION DE LA CURVA

Tipo de Espiral :	Espiral-Circulo-Espiral	
Abscisa Inicial (m) :	K1+404.81	
Coordenadas Punto Inicial (N-E) :	1365804.356	838950.762
Azimut de Entrada (g,m,s) :	203.9047	
Coordenadas Punto Final (N-E) :	1365717.913	838876.722
Azimut de Salida (g,m,s) :	237.6771	
Espiral Entrada (m) :	30.000	Longitud
Radio Circular (m) :	180.000	
Centro Circular (N-E) :		
Espiral Salida (m) :	30.000	Longitud
Sentido :	Derecha	
Incremento en Abscisado (m) :	1	



INFORMACION PARA LOCALIZACION

Coordenadas Equipo de Precisión

Punto	N	E
TE	1365813.050	838954.615

Coordenadas Punto Cero

Punto	N	E
PI	1365749.328	838926.371

Calcular

Problemas al calcular la curva

ELEMENTOS DE LA CURVA

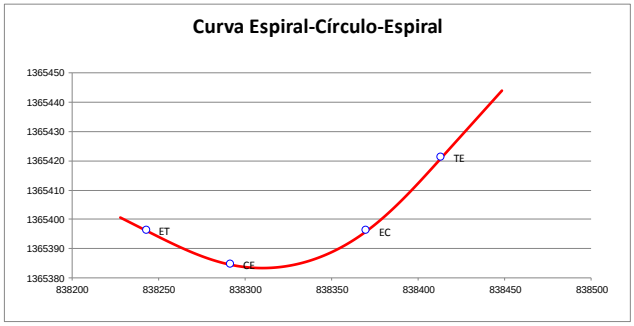
	Entrada (m)	Salida (m)
Delta :	33°46'20.6"	
Longitud Total :	156.556	
Longitud Espiral :	30.000	30.000
Parámetro Espiral :	73.485	73.485
Oe :	4°46'28.7"	4°46'28.7"
Delta C :	24°13'23.2"	
Xc :	29.979	29.979
Yc :	0.833	0.833
Xm :	14.997	14.997
Disloque :	0.208	0.208
Te :	69.701	69.701
Lc :	76.099	

	Coordenadas			
	Abscisa	Norte	Este	_CIRCLE
PI :		1365749.328	838926.371	838926.371498114,1365749.32789124
TE :	84.80	1365813.050	838954.615	838954.615330306,1365813.04960869
EC :	114.80	1365785.980	838941.706	838941.705799332,1365785.97954025
CE:	190.90	1365728.793	838892.360	838892.359637974,1365728.79310241
ET :	220.90	1365712.060	838867.471	838867.471145994,1365712.05967653
Centro :		1365872.363	838783.788	838783.788343596,1365872.36285562

CURVA ESPIRAL-CIRCULO-ESPIRAL ID8

INFORMACION DE LA CURVA

Tipo de Espiral :	Espiral-Circulo-Espiral	
Abscisa Inicial (m) :	K2+083.18	
Coordenadas Punto Inicial (N-E) :	1365443.836	838448.521
Azimut de Entrada (g,m,s) :	236.7897	
Coordenadas Punto Final (N-E) :	1365400.620	838228.133
Azimut de Salida (g,m,s) :	286.5759	
Espiral Entrada (m) :	50.000	Longitud
Radio Circular (m) :	150.000	
Centro Circular (N-E) :		
Espiral Salida (m) :	50.000	Longitud
Sentido :	Derecha	
Incremento en Abscisado (m) :	1	



INFORMACION PARA LOCALIZACION

Coordenadas Equipo de Precisión

Punto	N	E
TE	1365421.013	838413.658

Coordenadas Punto Cero

Punto	N	E
PI	1365369.033	838334.254

Calcular

ELEMENTOS DE LA CURVA

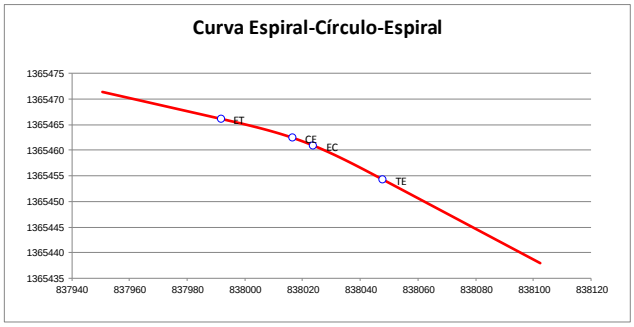
	Entrada (m)	Salida (m)
Delta :	49°47'10.3"	
Longitud Total :	237.827	
Longitud Espiral :	50.000	50.000
Parámetro Espiral :	86.603	86.603
Oe :	9°32'57.5"	9°32'57.5"
Delta C :	30°41'15.4"	
Xc :	49.861	49.861
Yc :	2.772	2.772
Xm :	24.977	24.977
Disloque :	0.694	0.694
Te :	94.905	94.905
Lc :	80.340	

	Coordenadas			
	Abscisa	Norte	Este	_CIRCLE
PI :		1365369.033	838334.254	838334.254130964,1365369.03251484
TE :	116.96	1365421.013	838413.658	838413.657508219,1365421.01301804
EC :	166.96	1365396.023	838370.422	838370.421857929,1365396.02277406
CE:	247.30	1365384.540	838291.874	838291.87366009,1365384.53974858
ET :	297.30	1365396.107	838243.294	838243.293585481,1365396.10737594
Centro :		1365533.413	838310.223	838310.223188246,1365533.41316735

CURVA ESPIRAL-CIRCULO-ESPIRAL ID9

INFORMACION DE LA CURVA

Tipo de Espiral :	Espiral-Circulo-Espiral	
Abscisa Inicial (m) :	K2+501.32	
Coordenadas Punto Inicial (N-E) :	1365438.037	838102.429
Azimut de Entrada (g,m,s) :	286.5759	
Coordenadas Punto Final (N-E) :	1365471.323	837950.567
Azimut de Salida (g,m,s) :	277.2513	
Espiral Entrada (m) :	25.000	Longitud
Radio Circular (m) :	200.000	
Centro Circular (N-E) :		
Espiral Salida (m) :	25.000	Longitud
Sentido :	Izquierda	
Incremento en Abscisado (m) :	1	



INFORMACION PARA LOCALIZACION

Coordenadas Equipo de Precisión

Punto	N	E
TE	1365454.204	838048.115

Coordenadas Punto Cero

Punto	N	E
PI	1365462.426	838020.493

Calcular

ELEMENTOS DE LA CURVA

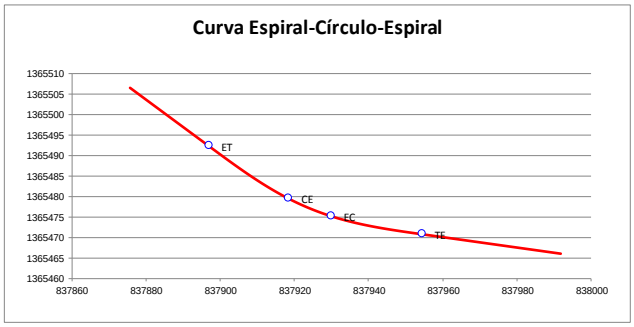
	Entrada (m)	Salida (m)
Delta :	9°19'28.6"	
Longitud Total :	155.888	
Longitud Espiral :	25.000	25.000
Parámetro Espiral :	70.711	70.711
Oe :	3°34'51.5"	3°34'51.6"
Delta C :	2°9'45.5"	
Xc :	24.990	24.990
Yc :	0.521	0.521
Xm :	12.498	12.498
Disloque :	0.130	0.130
Te :	28.820	28.820
Lc :	7.549	

	Abscisa	Coordenadas Norte	Coordenadas Este	_CIRCLE
PI :		1365462.426	838020.493	838020.492900537,1365462.42568963
TE :	131.96	1365454.204	838048.115	838048.114741059,1365454.2039107
EC :	156.96	1365460.834	838024.014	838024.014488905,1365460.83420661
CE:	164.51	1365462.393	838016.629	838016.628538181,1365462.39250167
ET :	189.51	1365466.063	837991.904	837991.903893312,1365466.06332988
Centro :		1365265.956	837979.042	837979.041577034,1365265.95620067

CURVA ESPIRAL-CIRCULO-ESPIRAL ID10

INFORMACION DE LA CURVA

Tipo de Espiral :	Espiral-Circulo-Espiral	
Abscisa Inicial (m) :	K2+571.40	
Coordenadas Punto Inicial (N-E) :	1365466.063	837991.904
Azimut de Entrada (g,m,s) :	277.2513	
Coordenadas Punto Final (N-E) :	1365506.676	837875.790
Azimut de Salida (g,m,s) :	303.8665	
Espiral Entrada (m) :	25.000	Longitud
Radio Circular (m) :	80.000	
Centro Circular (N-E) :		
Espiral Salida (m) :	25.000	Longitud
Sentido :	Derecha	
Incremento en Abscisado (m) :	1	



INFORMACION PARA LOCALIZACION

Coordenadas Equipo de Precisión

Punto	N	E
TE	1365470.818	837954.535

Coordenadas Punto Cero

Punto	N	E
PI	1365474.792	837923.298

Calcular

ELEMENTOS DE LA CURVA

	Entrada (m)	Salida (m)
Delta :	26°36'54.7"	
Longitud Total :	125.558	
Longitud Espiral :	25.000	25.000
Parámetro Espiral :	44.721	44.721
Oe :	8°57'8.9"	8°57'8.9"
Delta C :	8°42'37.0"	
Xc :	24.939	24.939
Yc :	1.300	1.300
Xm :	12.490	12.490
Disloque :	0.325	0.325
Te :	31.489	31.489
Lc :	12.162	

	Abscisa	Coordenadas Norte	Coordenadas Este	_CIRCLE
PI :		1365474.792	837923.298	837923.297789624,1365474.79239415
TE :	112.96	1365470.818	837954.535	837954.535108384,1365470.81778505
EC :	137.96	1365475.255	837929.960	837929.959599134,1365475.25504542
CE:	150.12	1365479.522	837918.583	837918.583298247,1365479.52180482
ET :	175.12	1365492.340	837897.151	837897.15113048,1365492.34003805
Centro :		1365552.077	837952.284	837952.283936604,1365552.07707323

Anexo 2. Diseño geométrico eje del canal

HIDRAFORCIS SAS
DISEÑO HIDRAULICO

Proyecto: DISEÑO HIDRÁULICO CANAL LA CAÑADA CÚCUTA - NTS
Contratista: CONORCIO LA CAÑADA

DATOS EJE PRINCIPAL

DELTA		ABSCISA Topog modif	LONG	COTA TERRENO	ABSCISA CANAL	LONG	COTA ROJA	COTA CORONA/TAPA	PENDIENTE TERRENO	PENDIENTE CANAL	PENDIENTE PRO -TERRENO	OBSERVACION
		0.00	0.00	306.160	0.00	0.00	306.160	307.860	0.0%	2.600%		
	17.78	17.78	17.78	305.700	17.78	17.78	305.698	307.398	2.6%	2.600%		
	2.86	20.64	2.86	305.630	20.64	2.86	305.623	307.323	2.4%	2.600%		
INICIA CAIDA ID 1	11.4	32.04	11.40	305.330	32.04	11.40	305.504	307.204	2.6%	1.050%		
TERMINA CAIDA ID 1		37.04	5.00	305.200	37.04	5.00	304.304	306.004	2.6%	24.000%		
	13.92	50.96	13.92	304.840	50.96	13.92	304.158	305.858	2.6%	1.050%		
INICIA CAIDA ID 2	6.08	57.04	6.08	304.680	57.04	6.08	304.094	305.794	2.6%	1.050%		
TERMINA CAIDA ID 2		62.04	5.00	304.550	62.04	5.00	302.894	304.594	2.6%	24.000%		
	19.19	81.23	19.19	304.050	81.23	19.19	302.692	304.392	2.6%	1.050%		
INICIA CAIDA ID 3	0.81	82.04	0.81	304.030	82.04	0.81	302.684	304.384	2.5%	1.050%		
TERMINA CAIDA ID 3		87.04	5.00	303.900	87.04	5.00	301.484	303.184	2.6%	24.000%		
	5	92.04	5.00	303.770	92.04	5.00	301.431	303.131	2.6%	1.050%		
IP CURVA ID 1		94.31	2.27	303.716	94.31	2.27	301.407	303.107	2.4%	1.050%		
IC CURVA ID 1		108.29	13.98	303.384	108.31	14.00	301.232	302.932	2.4%	1.255%		
DELTA CURVA ID 1	23.15	115.19	23.15	303.220					2.4%			
TC CURVA ID 1		122.09	6.90	303.056	121.54	13.23	301.066	302.766	2.4%	1.255%		
TP CURVA ID 1		136.07	13.98	302.724	135.54	14.00	300.890	302.590	2.4%	1.255%		
	12.65	148.72	12.65	302.330	148.19	12.65	300.757	302.457	3.1%	1.050%		
IP CURVA ID 2		152.12	3.40	302.427	151.59	3.40	300.721	302.421	-2.9%	1.050%		
IC CURVA ID 2		166.10	13.98	302.828	165.59	14.00	300.544	302.244	-2.9%	1.264%		
DELTA CURVA ID 2	23.4	172.12	23.40	303.000					-2.9%			
TC CURVA ID 2		178.14	6.02	302.837	177.15	11.56	300.398	302.098	2.7%	1.264%		
TP CURVA ID 2		192.12	13.98	302.460	191.15	14.00	300.221	301.921	2.7%	1.264%		
IT TRANSICIÓN ID 1	8.02	200.14	8.02	302.000	199.17	8.02	300.137	301.837	5.7%	1.050%		
	1	201.14	1.00	301.961	200.17	1.00	300.127	301.686	3.9%	1.000%		
	1	202.14	1.00	301.921	201.17	1.00	300.114	301.656	3.9%	1.265%		
	1	203.14	1.00	301.882	202.17	1.00	300.098	301.626	3.9%	1.666%		
	1	204.14	1.00	301.843	203.17	1.00	300.077	301.596	3.9%	2.095%		
	1	205.14	1.00	301.803	204.17	1.00	300.051	301.565	3.9%	2.564%		
	1	206.14	1.00	301.764	205.17	1.00	300.020	301.535	3.9%	3.081%		
	1	207.14	1.00	301.725	206.17	1.00	299.984	301.505	3.9%	3.654%		
	1	208.14	1.00	301.686	207.17	1.00	299.941	301.475	3.9%	4.288%		
	1	209.14	1.00	301.646	208.17	1.00	299.892	301.445	3.9%	4.840%		
	1	210.14	1.00	301.607	209.17	1.00	299.845	301.415	3.9%	4.726%		
	1	211.14	1.00	301.568	210.17	1.00	299.801	301.385	3.9%	4.400%		
	1	212.14	1.00	301.528	211.17	1.00	299.761	301.355	3.9%	4.019%		
	1	213.14	1.00	301.489	212.17	1.00	299.725	301.325	3.9%	3.593%		
	1	214.14	1.00	301.450	213.17	1.00	299.694	301.295	3.9%	3.129%		
FT TRANSICIÓN ID 1	1	215.14	1.00	301.410	214.17	1.00	299.667	301.265	3.9%	2.632%		
INICIA CAIDA ID 4	10.42	225.56	10.42	301.000	224.59	10.42	299.459	301.559	3.9%	2.000%		
TERMINA CAIDA ID 4		230.56	5.00	300.578	229.59	5.00	298.259	300.359	8.4%	24.000%		
	6.85	237.41	6.85	300.000	236.44	6.85	298.194	300.294	8.4%	0.950%		
INICIA CAIDA ID 5	3.15	240.56	3.15	299.547	239.59	3.15	298.164	300.264	14.4%	0.950%		
	3.8	244.36	3.80	299.000	243.39	3.80	296.644	298.744	14.4%	40.000%		
	0.356	244.72	0.36	298.000	243.74	0.36	296.502	298.602	280.9%	40.000%		
	0.356	245.07	0.36	297.000	244.10	0.36	296.359	298.459	280.9%	40.000%		
	0.34	245.41	0.34	296.000	244.44	0.34	296.223	298.323	294.1%	40.000%		
TERMINA CAIDA ID 5		245.56	5.00	295.600	244.59	5.00	296.164	298.264	270.3%	40.000%		
	0.231	245.79	0.23	295.000	244.82	0.23	296.162	298.262	263.9%	0.950%		
INICIA CAIDA ID 6	9.769	255.56	9.77	295.000	254.59	9.77	296.069	298.169	0.0%	0.950%		
	2.261	257.82	2.26	295.000	256.85	2.26	296.048	298.148	0.0%	0.950%		
TERMINA CAIDA ID 6		262.56	7.00	295.100	261.59	7.00	294.069	296.169	-1.4%	28.571%		
	2.461	265.02	2.46	295.220	264.05	2.46	294.046	296.146	-4.9%	0.950%		
	4.5	269.52	4.50	295.650	268.55	4.50	294.003	296.103	-9.6%	0.950%		
IP CURVA ID 3		269.62	0.09	295.647	268.64	0.09	294.002	296.102	2.8%	0.950%		
IC CURVA ID 3		289.56	19.95	295.097	288.64	20.00	293.791	295.891	2.8%	1.054%		
	23.56	293.08	23.56	295.000					2.8%			
DELTA CURVA ID 3	33.83	326.91	33.83	294.460					1.6%			
	20.3	347.21	20.30	294.000					2.3%			
TC CURVA ID 3		364.26	37.35	295.000	348.48	59.84	293.161	295.261	-5.9%	1.054%		
TP CURVA ID 3		384.21	19.95	293.800	368.48	20.00	292.950	295.050	6.0%	1.054%		
	7.14	391.35	7.14	293.010	375.62	7.14	292.882	294.982	11.1%	0.950%		
INICIA CAIDA ID 7	27.49	418.84	27.49	292.700	403.11	27.49	292.621	294.721	1.1%	0.950%		
TERMINA CAIDA ID 7 - IT ID 2		426.84	8.00	292.800	411.11	8.00	290.621	292.721	-1.3%	25.000%		
FT TRANSICIÓN ID 2	17.96	444.80	17.96	293.800	429.07	17.96	290.451	292.801	-5.6%	0.950%		

HIDRAFORCIS SAS
DISEÑO HIDRAULICO

Proyecto: DISEÑO HIDRÁULICO CANAL LA CAÑADA CÚCUTA - NTS
Contratista: CONORCIO LA CAÑADA

DATOS EJE PRINCIPAL

DELTA		ABSCISA Topog modif	LONG	COTA TERRENO	ABSCISA CANAL	LONG	COTA ROJA	COTA CORONA/TAPA	PENDIENTE TERRENO	PENDIENTE CANAL	PENDIENTE PRO -TERRENO	OBSERVACION
	4.195	448.99	4.19	293.200	433.27	4.19	290.411	292.761	-1.8%	0.950%		
IP CURVA ID 4		449.09	0.10	293.199	433.37	0.10	290.410	292.760	0.6%	0.950%		
IC CURVA ID 4		473.94	24.84	293.062	458.37	25.00	290.146	292.496	0.6%	1.053%		
	36.155	485.15	36.16	293.000					0.6%			
DELTA CURVA ID 4	5.35	490.50	5.35	292.800					3.7%			
	12.93	503.43	12.93	292.000					6.2%	0.950%		
TC CURVA ID 4		507.06	16.56	291.800	485.38	27.01	289.862	292.212	5.5%	1.053%		
	11.04	514.47	11.04	292.000					0.0%	0.950%		
TP CURVA ID 4		531.90	24.84	293.800	510.38	25.00	289.625	291.975	-8.1%	0.950%		
	5.05	536.95	5.05	292.830	515.43	5.05	289.577	291.927	-3.7%	0.950%		
	30.7	567.65	30.70	292.000	546.13	30.70	289.285	291.635	2.7%	0.950%		
	14.3	581.95	14.30	291.060	560.43	14.30	289.149	291.499	6.6%	0.950%		
IT TRANSICIÓN ID 3	14.63	596.58	14.63	291.140	575.06	14.63	289.025	291.375	-0.5%	0.850%		
	4.84	601.42	4.84	291.000	579.90	4.84	288.984	291.334	2.9%	0.850%		
FT TRANSICIÓN ID 3	26.16	627.58	26.16	290.000	606.06	26.16	288.761	291.111	3.8%	0.850%		
	18.41	645.99	18.41	289.000	624.47	18.41	288.605	290.955	5.4%	0.850%		
INICIA CAIDA ID 8	37.65	683.64	37.65	288.000	662.12	37.65	288.285	290.635	2.7%	0.850%		
TERMINA CAIDA ID 8		691.64	8.00	287.800	670.12	8.00	286.285	288.635	2.5%	25.000%		
	2.55	694.19	2.55	287.660	672.67	2.55	286.263	288.613	5.5%	0.850%		
	4.8	698.99	4.80	288.000	677.47	4.80	286.222	288.572	-7.1%	0.850%		
	8.86	707.85	8.86	289.000	686.33	8.86	286.147	288.497	-11.3%	0.850%		
	1.44	709.29	1.44	289.000	687.77	1.44	286.135	288.485	0.0%	0.850%		
INICIA CAIDA ID 9	19.24	728.53	19.24	288.600	707.01	19.24	285.971	288.321	2.1%	0.850%		
TERMINA CAIDA ID 9		736.53	8.00	288.800	715.01	8.00	283.971	286.321	-2.5%	25.000%		
	16.4	752.93	16.40	288.000	731.41	16.40	283.832	286.182	4.9%	0.850%		
	18.42	771.35	18.42	286.200	749.83	18.42	283.675	286.025	9.8%	0.850%		
	7.86	779.21	7.86	287.000	757.69	7.86	283.608	285.958	-10.2%	0.850%		
	11.2	790.41	11.20	286.000	768.89	11.20	283.513	285.863	8.9%	0.850%		
	11.14	801.55	11.14	285.000	780.03	11.14	283.418	285.768	9.0%	0.850%		
	5.41	806.96	5.41	285.000	785.44	5.41	283.373	285.723	0.0%	0.850%		
	0.456	807.42	0.46	285.000	785.89	0.46	283.369	285.719	0.0%	0.850%		
	0.434	807.85	0.43	285.000	786.33	0.43	283.365	285.715	0.0%	0.850%		
INICIA CAIDA ID 10	0.335	808.19	0.34	285.000	786.66	0.34	283.362	285.712	0.0%	0.850%		
TERMINA CAIDA ID 10		815.19	7.00	285.000	793.66	7.00	281.362	283.712	0.0%	28.571%		
	0.5	815.69	0.50	284.950	794.16	0.50	281.358	283.708	10.0%	0.850%		
	9.6	825.29	9.60	287.000	803.76	9.60	281.276	283.626	-21.4%	0.850%		
	13.87	839.16	13.87	286.000	817.63	13.87	281.158	283.508	7.2%	0.850%		
	12.7	851.86	12.70	285.010	830.33	12.70	281.050	283.400	7.8%	0.850%		
IP CURVA ID 5		854.35	2.49	285.008	832.82	2.49	281.029	283.379	0.1%	0.850%		
IC CURVA ID 5		864.34	9.99	285.000	842.82	10.00	280.899	283.249	0.1%	1.300%		
DELTA CURVA ID 5	12.71	864.57	12.71	285.000					0.1%			
TC CURVA ID 5		864.79	0.23	285.000	843.24	0.42	280.894	283.244	0.0%	1.300%		
	3.66	868.23	3.66	285.000					0.0%			
TP CURVA ID 5		874.78	9.99	284.491	853.24	10.00	280.764	283.114	5.1%	1.300%		
	12.095	886.88	12.10	284.050	865.34	12.10	280.661	283.011	5.1%	0.850%		
INICIA CAIDA ID 11	12.68	899.56	12.68	285.000	878.02	12.68	280.553	282.903	-7.5%	0.850%		
TERMINA CAIDA ID 11		907.56	8.00	284.600	886.02	8.00	278.553	280.903	5.0%	25.000%		
	2.82	910.38	2.82	284.000	888.84	2.82	278.529	280.879	21.3%	0.850%		
IP CURVA ID 6		916.08	5.70	283.600	894.54	5.70	278.481	281.081	7.0%	0.850%		
	27.835	938.21	27.84	283.000					3.6%			
	27.223	965.44	27.22	282.000					3.7%			
IC CURVA ID 6		965.99	49.91	281.950	944.54	50.00	278.040	280.640	9.0%	0.882%		
	17.38	982.82	17.38	281.230					4.4%			
	32.26	1,015.08	32.26	282.000					-2.4%			
	8.14	1,023.22	8.14	282.120					-1.5%			
	3.119	1,026.34	3.12	282.000					3.8%			
	11.68	1,038.02	11.68	281.000					8.6%			
	5.91	1,043.93	5.91	280.000					16.9%			
	6.01	1,049.94	6.01	280.000					0.0%			
	8.69	1,058.63	8.69	279.170					9.6%			
DELTA CURVA ID 6	22.43	1,081.06	22.43	279.350					-0.8%			
	3.19	1,084.25	3.19	279.000					11.0%			
	0.333	1,084.58	0.33	280.000					-300.3%			
	1.64	1,086.22	1.64	281.000					-61.0%			
	8.2	1,094.42	8.20	281.000					0.0%			
	7.58	1,102.00	7.58	280.160					11.1%			
	34.61	1,136.61	34.61	280.000					0.5%			
	4.42	1,141.03	4.42	279.000					22.6%			
	1.47	1,142.50	1.47	278.000					68.0%			
	10.14	1,152.64	10.14	277.000					9.9%			
	17.44	1,170.08	17.44	276.000					5.7%			
	20.94	1,191.02	20.94	276.000					0.0%			
TC CURVA ID 6		1,196.12	115.06	275.900	1,135.31	190.77	276.358	278.958	3.0%	0.882%		
	13.24	1,204.26	13.24	276.000					0.0%			
	26.18	1,230.44	26.18	275.000					3.8%			
	9.18	1,239.62	9.18	275.000					0.0%			
TP CURVA ID 6		1,246.03	49.91	275.700	1,185.31	50.00	275.917	278.517	0.4%	0.882%		

HIDRAFORCIS SAS
DISEÑO HIDRAULICO

Proyecto:	DISEÑO HIDRÁULICO CANAL LA CAÑADA CÚCUTA - NTS
Contratista:	CONORCIO LA CAÑADA

DATOS EJE PRINCIPAL

DELTA		ABSCISA Topog modif	LONG	COTA TERRENO	ABSCISA CANAL	LONG	COTA ROJA	COTA CORONA/TAPA	PENDIENTE TERRENO	PENDIENTE CANAL	PENDIENTE PRO -TERRENO	OBSERVACION
	4.195	448.99	4.19	293.200	433.27	4.19	290.411	292.761	-1.8%	0.950%		
	30.44	1,276.47	30.44	275.000	1,215.75	30.44	275.674	278.274	0.0%	0.800%		
INICIA CAIDA ID 12	26.09	1,302.56	26.09	275.000	1,241.84	26.09	275.465	278.065	0.0%	0.800%		
TERMINA CAIDA ID 12		1,308.56	6.00	275.000	1,247.84	6.00	273.965	276.565	0.0%	25.000%		
	30.84	1,339.40	30.84	275.000	1,278.68	30.84	273.718	276.318	0.0%	0.800%		
	6.44	1,345.84	6.44	274.000	1,285.12	6.44	273.667	276.267	15.5%	0.800%		
	10.09	1,355.93	10.09	273.000	1,295.21	10.09	273.586	276.186	9.9%	0.800%		
INICIA CAIDA ID 13	6.61	1,362.54	6.61	272.620	1,301.82	6.61	273.533	276.133	5.7%	0.800%		
TERMINA CAIDA ID 13		1,368.54	6.00	272.520	1,307.82	6.00	272.033	274.633	1.7%	25.000%		
	28.5	1,397.04	28.50	272.000	1,336.32	28.50	271.805	274.405	1.8%	0.800%		
	7.54	1,404.58	7.54	273.000	1,343.86	7.54	271.745	274.345	-13.3%	0.800%		
IP CURVA ID 7		1,404.81	0.23	272.850	1,344.09	0.23	271.743	274.343	65.5%	0.800%		
	8.19	1,412.77	8.19	272.000					12.2%			
	14	1,426.77	14.00	271.230					5.5%			
	6.42	1,433.19	6.42	272.000					-12.0%			
IC CURVA ID 7		1,434.79	29.98	272.200	1,374.09	30.00	271.481	274.081		0.875%		
	13.63	1,446.82	13.63	272.000					0.0%			
DELTA CURVA ID 7	27.69	1,474.51	27.69	271.260					2.7%			
	5.57	1,480.08	5.57	271.000					4.7%			
	15.77	1,495.85	15.77	270.000					6.3%			
	17.27	1,513.12	17.27	269.000					5.8%			
TC CURVA ID 7		1,514.23	79.44	268.940	1,450.19	76.10	270.815	273.415	4.1%	0.875%		
	19.11	1,532.23	19.11	269.860					-4.5%			
-22.63	6.11	1,538.34	6.11	269.000					14.1%			
-31.68	3.36	1,541.70	3.36	269.000					0.0%			
TP CURVA ID 7		1,544.21	29.98	270.100	1,480.19	30.00	270.552	273.152	-3.9%	0.875%		
	9.05	1,553.26	9.05	270.000	1,489.24	9.05	270.489	273.089	-8.6%	0.700%		
IT TRANSICIÓN ID 3	22.63	1,575.89	22.63	270.000	1,511.87	22.63	270.331	272.931	0.0%	0.700%		
FT - ID 3 - INICIA CAIDA ID 14	42.58	1,595.84	42.58	269.230	1,531.82	42.58	270.191	272.791	1.8%	0.700%		
TERMINA CAIDA ID 14		1,600.84	5.00	269.220	1,536.82	5.00	268.991	271.591	0.2%	24.000%		
	39.33	1,640.17	39.33	268.290	1,576.15	39.33	268.716	271.316	2.1%	0.700%		
	11.85	1,652.02	11.85	268.010	1,588.00	11.85	268.633	271.233	2.4%	0.700%		
	19.75	1,671.77	19.75	268.000	1,607.75	19.75	268.495	271.095	0.1%	0.700%		
INICIA CAIDA ID 15	20.64	1,692.41	20.64	267.000	1,628.39	20.64	268.350	270.950	4.8%	0.700%		
TERMINA CAIDA ID 15		1,697.41	5.00	266.400	1,633.39	5.00	267.150	269.750	12.0%	24.000%		
	12.70	1,710.11	12.70	266.280	1,646.09	12.70	267.061	269.661	0.9%	0.700%		
	19.06	1,729.17	19.06	267.000	1,665.15	19.06	266.928	269.528	-3.8%	0.700%		
	20.47	1,749.64	20.47	267.000	1,685.62	20.47	266.784	269.384	0.0%	0.700%		
	29.08	1,778.72	29.08	268.290	1,714.70	29.08	266.581	269.181	-4.4%	0.700%		
INICIA CAIDA ID 16	19.3	1,798.02	19.30	266.000	1,734.00	19.30	266.446	269.046	11.9%	0.700%		
TERMINA CAIDA ID 16		1,803.02	5.00	266.000	1,739.00	5.00	265.246	267.846	0.0%	24.000%		
	13.37	1,816.39	13.37	266.000	1,752.37	13.37	265.152	267.752	0.0%	0.700%		
	29.06	1,845.45	29.06	265.000	1,781.43	29.06	264.949	267.549	3.4%	0.700%		
INICIA CAIDA ID 17	89.79	1,935.24	89.79	267.000	1,871.22	89.79	264.320	266.920	-2.2%	0.700%		
TERMINA CAIDA ID 17		1,940.24	5.00	264.000	1,876.22	5.00	263.120	265.720	60.0%	24.000%		
	22.30	1,962.54	22.30	263.000	1,898.52	22.30	262.964	265.564	4.5%	0.700%		
IT TRANSICIÓN ID 4	18.31	1,980.85	18.31	263.000	1,916.83	18.31	262.836	265.436	0.0%	0.700%		
FT TRANSICIÓN ID 4		2,005.85	25.00	262.900	1,941.83	25.00	262.661	265.561	0.4%	0.700%		
	2.88	2,008.73	2.88	263.000	1,944.71	2.88	262.641	265.541	-3.5%	0.700%		
	20.75	2,029.48	20.75	263.100	1,965.46	20.75	262.496	265.396	-0.5%	0.700%		
	4.97	2,034.45	4.97	263.000	1,970.43	4.97	262.461	265.361	2.0%	0.700%		
	15.15	2,049.60	15.15	262.000	1,985.58	15.15	262.355	265.255	6.6%	0.700%		
	18.55	2,068.15	18.55	262.000	2,004.13	18.55	262.225	265.125	0.0%	0.700%		
	11.33	2,079.48	11.33	263.140	2,015.46	11.33	262.146	265.046	-10.1%	0.700%		
IP CURVA ID 8		2,083.18	3.69	262.500	2,019.15	3.69	262.120	265.020	17.3%	0.700%		
	22.66	2,102.14	22.66	262.000					5.0%			
IC CURVA ID 8		2,133.04	49.86	261.200	2,069.15	50.00	261.741	264.641	2.6%	0.757%		
	33.96	2,136.10	33.96	262.000					0.0%			
	30.48	2,166.58	30.48	262.000					0.0%			
DELTA CURVA ID 8	11.5	2,178.08	11.50	262.000					0.0%			
	11.27	2,189.35	11.27	261.000					8.9%			
	20.57	2,209.92	20.57	259.000					9.7%			
	1.96	2,211.88	1.96	258.000					51.0%			
	0.57	2,212.45	0.57	258.000					0.0%			
	5.2	2,217.65	5.20	260.000					-38.5%			
TC CURVA ID 8		2,223.13	45.04	260.700	2,149.49	80.34	261.133	264.033	0.6%	0.757%		
TP CURVA ID 8		2,272.99	49.86	260.430	2,199.49	50.00	260.754	263.654	0.5%	0.757%		
	10.67	2,283.66	10.67	261.000	2,210.16	10.67	260.679	263.579	-5.3%	0.700%		
	12.46	2,296.12	12.46	261.000	2,222.62	12.46	260.592	263.492	0.0%	0.700%		
	4.73	2,300.85	4.73	260.000	2,227.35	4.73	260.559	263.459	21.1%	0.700%		
INICIA CAIDA ID 18	5.74	2,306.59	5.74	259.000	2,233.09	5.74	260.519	263.419	17.4%	0.700%		
TERMINA CAIDA ID 18		2,311.59	5.00	258.420	2,238.09	5.00	259.019	261.919	11.6%	30.000%		
	13.60	2,325.19	13.60	259.000	2,251.69	13.60	258.923	261.823	-4.3%	0.700%		
INICIA CAIDA ID 19	48.65	2,373.84	48.65	259.000	2,300.34	48.65	258.583	261.483	0.0%	0.700%		
	1.27	2,375.11	1.27	258.000	2,301.61	1.27	258.574	261.474	78.7%	0.700%		
TERMINA CAIDA ID 19		2,378.84	5.00	257.500	2,305.34	5.00	257.083	259.983	30.0%	30.000%		
	6.88	2,385.72	6.88	257.700	2,312.22	6.88	257.035	259.935	2.8%	0.700%		
	24.35	2,410.07	24.35	258.610	2,336.57	24.35	256.864	259.764	-3.7%	0.700%		
	25.48	2,435.55	25.48	258.000	2,362.05	25.48	256.686	259.586	2.4%	0.700%		

HIDRAFORCIS SAS
DISEÑO HIDRAULICO

Proyecto:	DISEÑO HIDRÁULICO CANAL LA CAÑADA CÚCUTA - NTS
Contratista:	CONORCIO LA CAÑADA

DATOS EJE PRINCIPAL

DELTA		ABSCISA Topog modif	LONG	COTA TERRENO	ABSCISA CANAL	LONG	COTA ROJA	COTA CORONA/TAPA	PENDIENTE TERRENO	PENDIENTE CANAL	PENDIENTE PRO -TERRENO	OBSERVACION
IP CURVA ID 9		2,476.33	40.78	258.000	2,402.83	40.78	256.400	259.300	0.0%	0.700%		
	44.18	2,479.73	44.18	257.950					0.1%			
IC CURVA ID 9		2,501.32	24.99	256.400	2,427.83	25.00	256.181	259.081		0.880%		
DELTA CURVA ID 9	25.42	2,505.15	25.42	256.300					6.5%			
TC CURVA ID 9		2,508.98	3.83	256.100	2,435.38	7.55	256.114	259.014		0.880%		
	8.91	2,514.06	8.91	256.000					3.4%			
	3.92	2,517.98	3.92	257.000					-25.5%			
	1.45	2,519.43	1.45	260.000					-206.9%			
	0.016	2,519.44	0.02	261.000					-6250.0%			
	0.138	2,519.58	0.14	258.000					2173.9%			
	0.5262	2,520.11	0.53	261.000					-570.1%			
	3.44	2,523.55	3.44	262.000					-29.1%			
	3.39	2,526.94	3.39	263.000					-29.5%			
TP CURVA ID 9		2,533.97	24.99	262.290	2,460.38	25.00	255.894	258.794		0.880%		
	4.15	2,538.12	4.15	262.000	2,464.53	4.15	255.865	258.765	8.9%	0.700%		
	3	2,541.12	3.00	261.000	2,467.53	3.00	255.844	258.744	33.3%	0.700%		
INICIA CAIDA ID 20	15.19	2,556.31	15.19	259.000	2,482.72	15.19	255.738	258.638	13.2%	0.700%		
TERMINA CAIDA ID 20		2,561.31	5.00	259.600	2,487.72	5.00	254.238	257.138	-12.0%	30.000%		
	1.60	2,562.91	1.60	258.000	2,489.32	1.60	254.227	257.127	15.2%	0.700%		
IP CURVA ID 10		2,571.40	8.49	257.200	2,497.81	8.49	254.167	257.067	9.4%	0.700%		
	9.8	2,572.71	9.80	257.000					10.2%			
	6.05	2,578.76	6.05	256.000					16.5%			
	9.36	2,588.12	9.36	254.000					21.4%			
	5.15	2,593.27	5.15	253.000					19.4%			
IC CURVA ID 10		2,596.34	24.94	253.100	2,522.81	25.00	253.951	256.851		0.866%		
DELTA CURVA ID 10	9.62	2,602.89	9.62	252.000					10.4%			
TC CURVA ID 10		2,609.44	6.55	251.950	2,534.97	12.16	253.845	256.745		0.866%		
	30.08	2,632.97	30.08	252.000					0.0%			
TP CURVA ID 10		2,634.38	24.94	253.000	2,559.97	25.00	253.629	256.529	-4.2%	0.866%		
	17.47	2,651.85	17.47	254.000	2,577.44	17.47	253.506	256.406	-10.6%	0.700%		
INICIA CAIDA ID 21	16.45	2,668.30	16.45	253.000	2,593.89	16.45	253.391	256.291	6.1%	0.700%		
TERMINA CAIDA ID 21		2,673.30	5.00	252.600	2,598.89	5.00	251.891	254.791	8.0%	30.000%		
IT TRANSICIÓN ID 5	54.28	2,727.58	54.28	251.000	2,653.17	54.28	251.511	254.411	3.4%	0.700%		
FT TRANSICIÓN ID 5	50.72	2,778.30	50.72	251.000	2,703.89	50.72	251.460	254.310	1.5%	0.100%		

Anexo 3. Simulación hidráulica canal no erosionable la cañada.

El objeto de la simulación es determinar las características del flujo y comportamiento hidráulico de las secciones y alineamientos proyectados en el diseño hidráulico del canal; consecuente con el diseño en condiciones permanente. En el desarrollo de este proceso se ha utilizado el programa HEC-RAS como herramienta matemática, software libre que permite describir cualitativa y cuantitativamente la respuesta del sistema hídrico ante un evento extremo.

En la modelación hidráulica se tuvieron en cuenta las siguientes suposiciones o consideraciones.

- El tipo de flujo en un cauce es no permanente, sin embargo como los resultados que se quieren obtener son de niveles máximos probables, se supone flujo de tipo permanente sin que esta suposición altere los resultados.

- Las obstrucciones ocasionadas tanto en el cauce como en las planicies de inundación por las transiciones y puente de Antonia Santos son simuladas, a excepción de los puentes curvos que funcionan como intercambiadores viales presentes en el k1+050 y k2+364, debido a que permiten el libre paso del canal proyectado con galibo de un metro arriba del borde libre en estos puntos.

- Los valores de caudales utilizados fueron los presentados en el numeral 3.2.3 del estudio hidrológico.

- Se adoptan los siguientes valores de rugosidad; 0.015 para la sección básica, 0.035 para las bancas con Vetiver y 0.038 para las bancas con enrocado.

- Las características geométricas, se ingresaron manualmente de acuerdo a las secciones estimadas por tramos y al diseño geométrico del eje del canal.

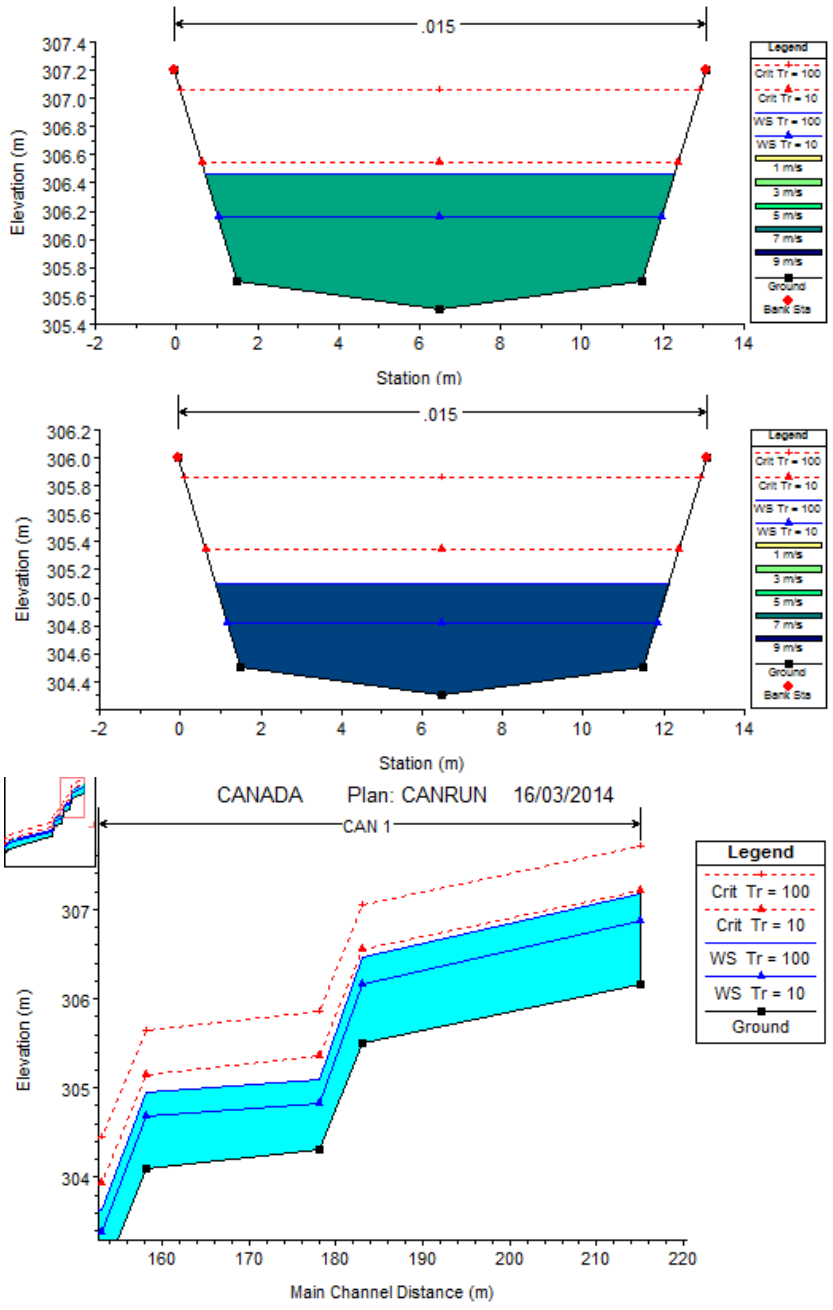
- Para dar estabilidad numérica al modelo, se realizaron interpolaciones entre secciones con distancia superior a 50 metros.

- Se considera flujo mixto, ingresando condiciones de contorno aguas arriba y aguas abajo del tramo de evaluación, suponiendo que la pendiente de lámina de agua será similar a la pendiente del cauce por tramo.

A continuación se presentan los resultados gráficos de la modelación hidráulica del canal en el sector objeto de estudio. De acuerdo con la modelación del sistema se comprobó que la lámina máxima para flujo permanente no supera el borde libre de las secciones proyectadas. En las siguientes figuras se presentan secciones escogidas en orden aleatorio donde se esquematiza el calado y el perfil del flujo a lo largo del proyecto.

La figura A.3.1 exhibe el comportamiento hidráulico de las secciones del k0+032.04 – k0+057.04, aguas arriba y aguas abajo de la primera caída hidráulica proyectada, con profundidad normal de 0.95m y cambio por caída 0.80 m, tramo en régimen supercrítico con velocidades limitantes en el rango 7 – 9 m/s, la sección estimada tiene la capacidad de transitar el caudal probable para periodo de retorno de 100 años con borde libre de 0.75 m.

Figura A.3.1 Simulación hidráulica k0+032.04 – k0+057.04



La figura A.3.2 exhibe el comportamiento hidráulico de la transición, por cambio de forma geométrica de la sección transversal (Trapezoidal – Rectangular, 3 módulos 4*2.3) consecuente con la zona de falla por rotación inherente a la erosión, con cambio tirante de 0.31 m, tramo en régimen supercrítico con velocidades limitantes en el rango 7 – 20 m/s, la sección estimada tiene la capacidad de transitar el caudal probable para periodo de retorno de 100 años, se observan velocidades relativamente altas en la sección rectangular consecuente con el perfil aguas arriba de la transición, el tramo en sección rectangular presenta un perfil de velocidades ascendente en dirección aguas abajo hasta alcanzar 17.30 m/s. (Véase la figura A.3.3)

Figura A.3.2 Simulación hidráulica k0+200.14 – k0+215.14

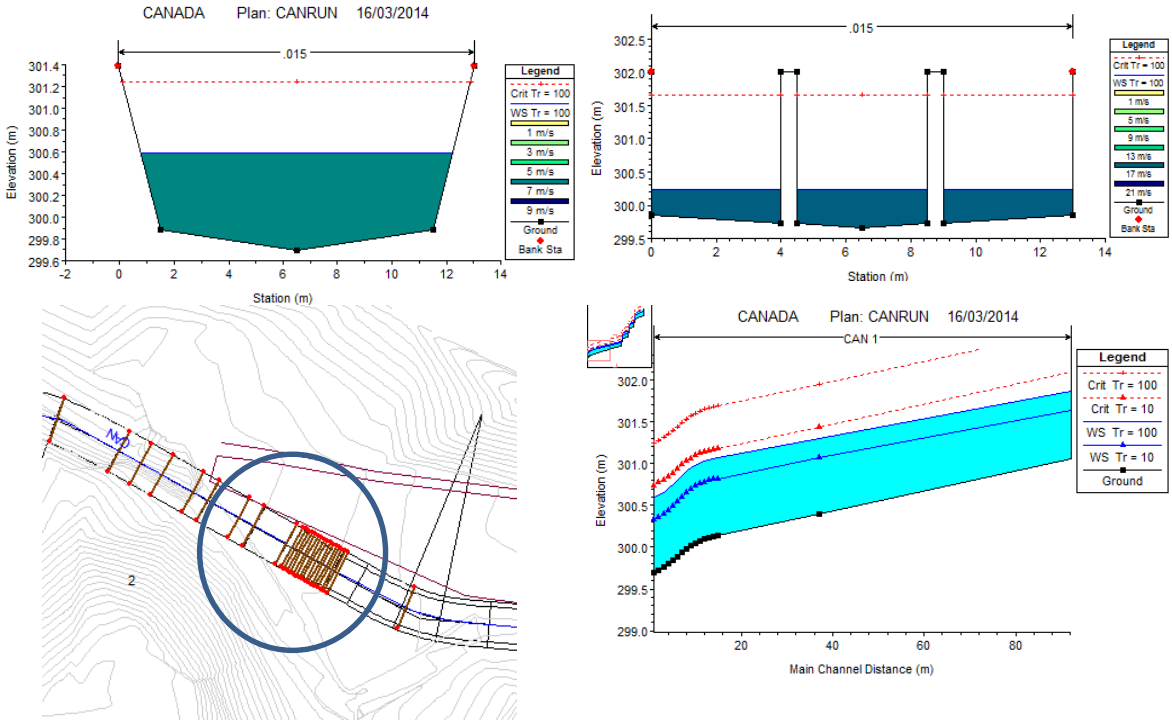
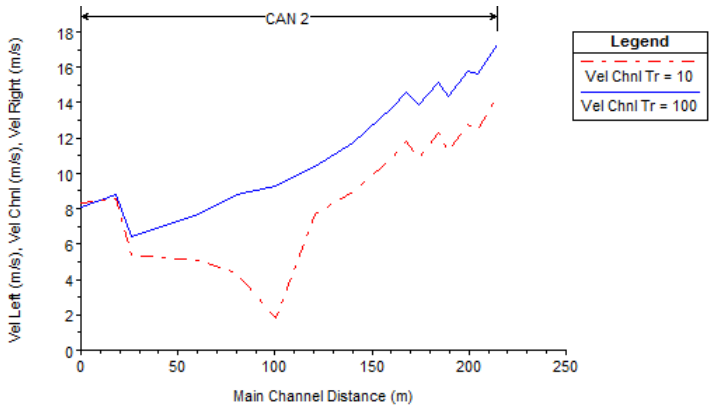


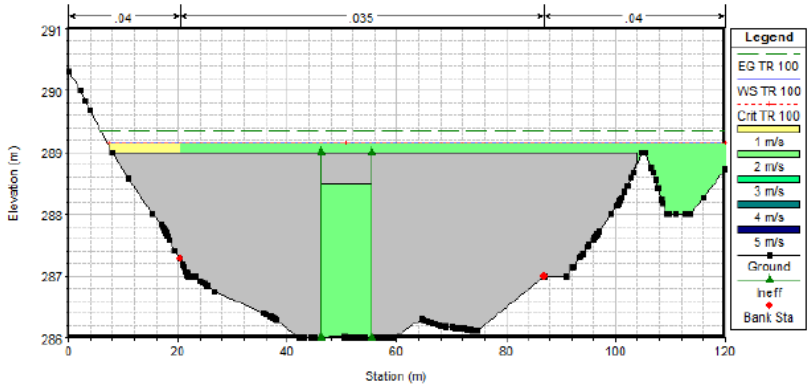
Figura A.3.3 Perfil de velocidades k0+215.14 – k0+444.80



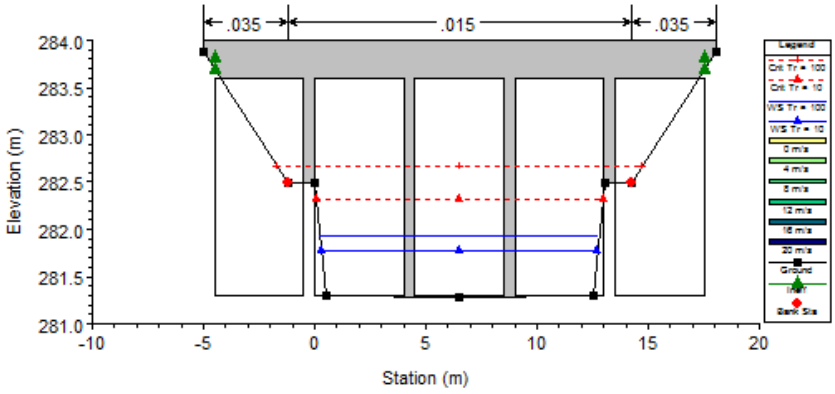
La proyección de cambio de sección del puente de Antonia Santos actual por alcantarilla tipo Box con cinco módulos de 4 x 2.3 m, elimina la extensión de 100 m en la mancha de inundación, de igual manera se evita el vertimiento superior sobre la vía debido a la contracción abrupta que ocasiona el puente actual (Véase la figura A.3.4.)

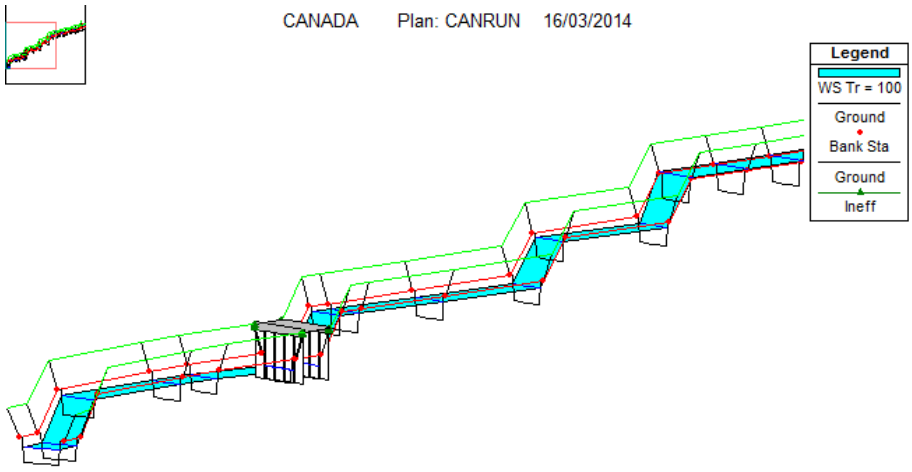
Figura A.3.4 Puente de Antonia Santos

Situación actual



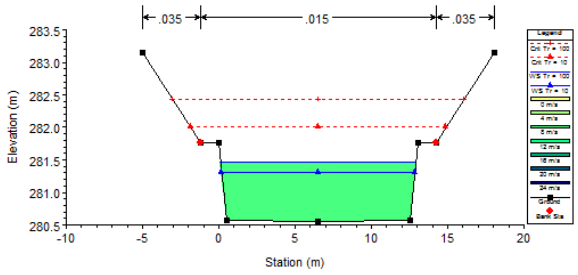
Modelo pryectado



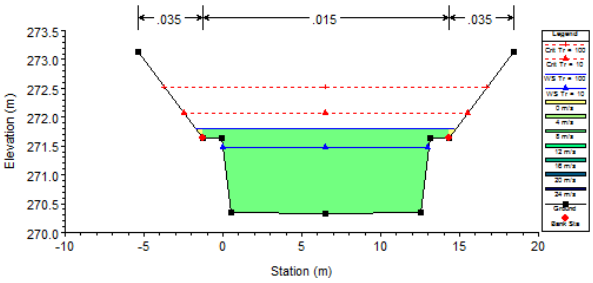


Las secciones restantes tiene la capacidad de transitar el caudal probable para periodo de retorno de 100 años, las secciones con recubrimiento en concreto transportan el caudal estimado para periodos de retorno de 10, por consiguiente se cumple con la recomendación de diseño establecidas por normatividad en el numeral D.4.3.4 del RAS 2000. (Véase la figura A.3.5.), así mismo el tirante correspondiente al caudal de periodo de retorno de 100 años alcanza el 20% del borde libre proyectado en condición de aguas claras.

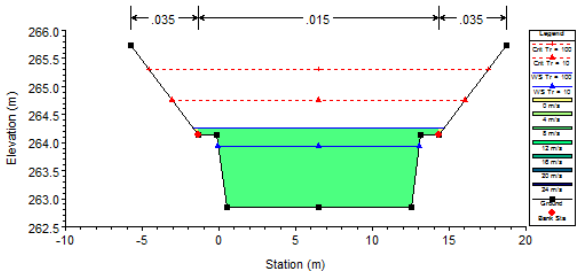
Figura A.3.5 Lámina de agua y distribución de velocidades por abscisa



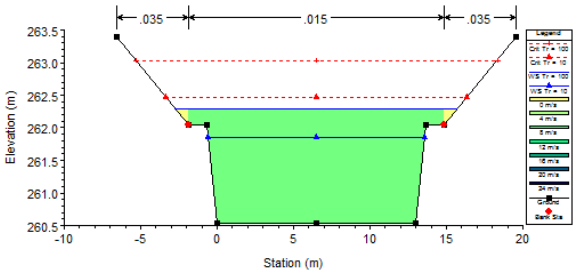
K0+899.56



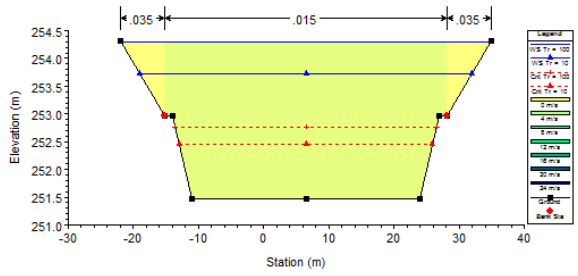
K1+575.89



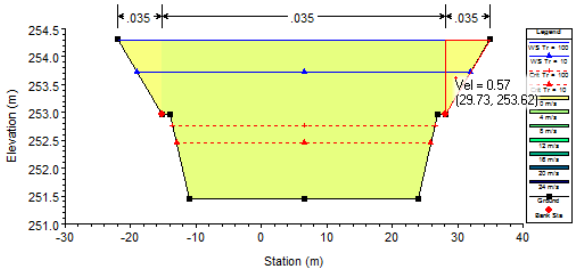
K1+980.85



K2+306.59



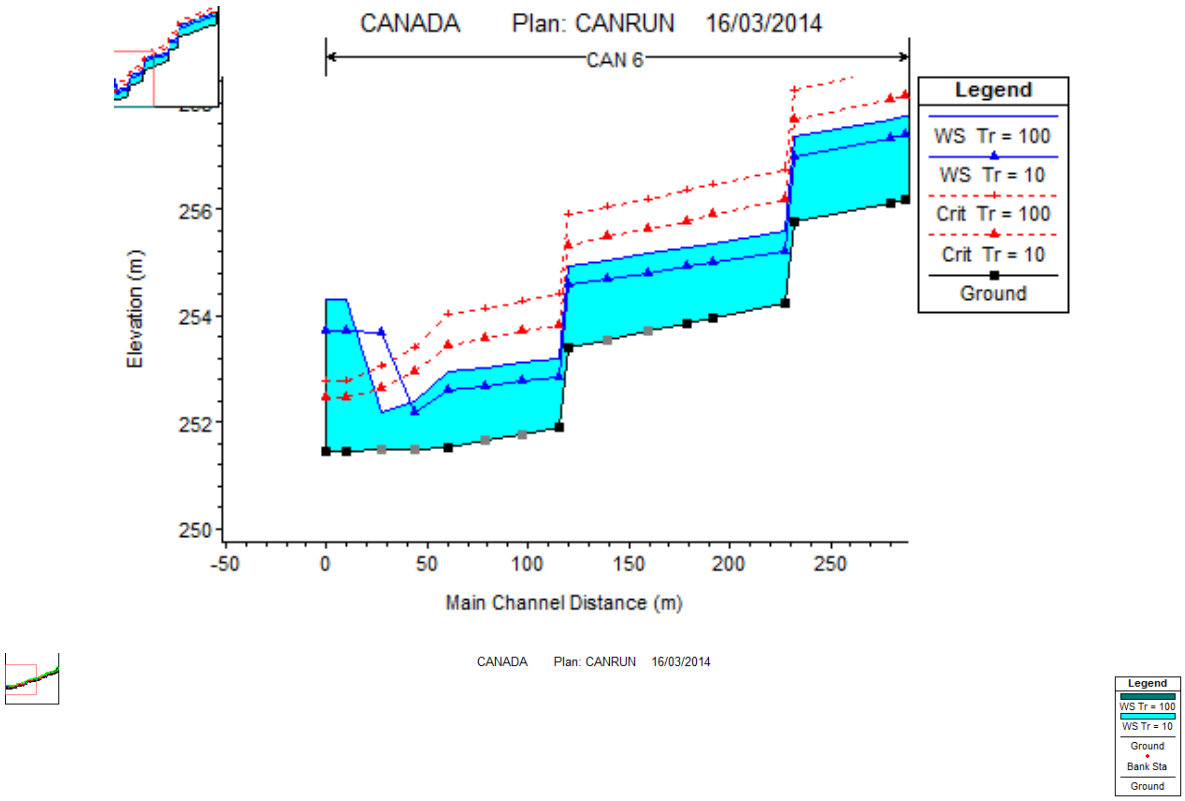
K2+778.30



Sección erosionable aguas abajo

El cambio de transición de rugosidad entre las dos secciones no erosionable y erosionable (k2+278.30), genera un aumento apreciable y súbito del calado de 1.42 m, con paso brusco de régimen supercrítico a régimen subcrítico. (Véase la figura A.3.6)

Figura A.3.6 transición de rugosidad entre las secciones no erosionable y erosionable



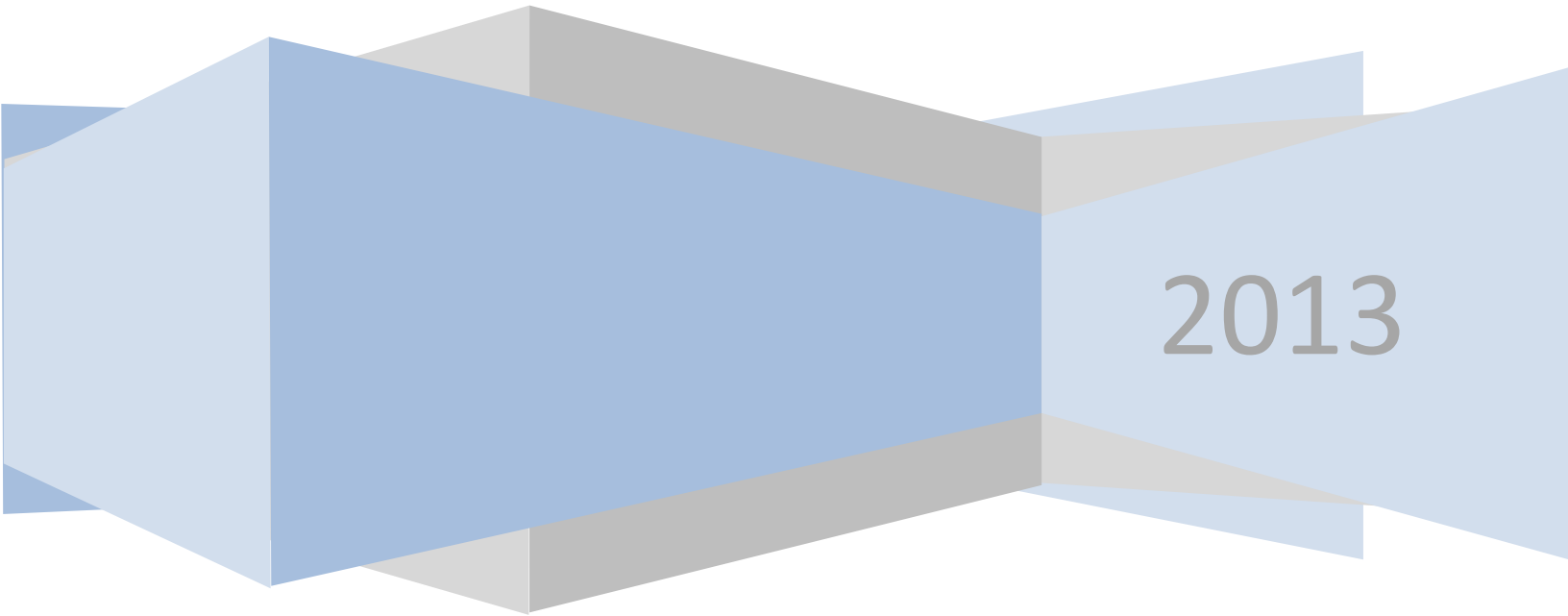
Se confirma que para evitar la generación de cuenco de socavación local, con descenso potencial del lecho de cauce, se debe emplear terminal en estructura de disipación de energía provisional, utilizando bloques deflectores de concreto en la sección en concreto, complementando con traviesa en Geotube emplazada en la base de la sección transversal erosionable con líneas de enrocado aguas arriba y aguas abajo.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS SISTEMAS DE EVACUACION Y MANEJO DE LAS AGUAS LLUVIAS Y DE ESCORRENTIA PARA LA QUEBRADA LA CAÑADA Y DEL DRENAJE PRINCIPAL AFERENTES A LA LOS SECTORES SCALABRINI, CRISPIN DURAN, ASENTAMIENTO JOSE BERNAL, CAMILO DAZA Y SIMON BOLIVAR DEL MUNICIPIO DE CUCUTA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS.

INFORME

I. 5. RESUMEN EJECUTIVO

SECTOR QUEBRADA SECA
Y QUEBRADA LA CAÑADA



2013

CONSORCIO LA CAÑADA

CONTRATO DE CONSULTORIA 040 DE 2013

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS SISTEMAS DE EVACUACION Y MANEJO DE LAS AGUAS LLUVIAS Y DE ESCORRENTIA PARA LA QUEBRADA LA CAÑADA Y DEL DRENAJE PRINCIPAL AFERENTES A LOS SECTORES SCALABRINI, CRISPIN DURAN, ASENTAMIENTO JOSE BERNAL, CAMILO DAZA Y SIMON BOLIVAR DEL MUNICIPIO DE CUCUTA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS.



I. 5. RESUMEN EJECUTIVO

DICIEMBRE DE 2013

FECHA	VERSIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL CAMBIO	
Diciembre de 2013	Rv1	Versión inicial	
Ing. Mauricio Rosales Jiménez **Especialista Vías y Transporte**	**Ing. José A. Gómez Flórez** **Director Consorcio La Cañada**	**Ing. Guillermo Rojas Rodríguez** **Director Interventoría**	**Ing. Manuel A. Moreno Gómez** **Secretaria Infraestructura**
Elaboró	Revisó	Aprobó	Supervisó

CONTENIDO

I.5.1. INTRODUCCION 9
I.5.2. JUSTIFICACION 11
I.5.3. ANTECEDENTES 17
I.5.4. PREMISAS JURIDICAS 30
I.5.5. DESARROLLO URBANO 53
I.5.6. ESTADO DEL ARTE 61
I.5.7. ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS 66
I.5.8. RESUMEN DEL PROYECTO 88
I.5.9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 99
I.5.10. ANEXOS 100

LISTA DE FIGURAS

Figura I.5.1. Proceso de Restauración Fluvial, segado y crecimiento. 12
Figura I.5.2. Áreas de Bosque Seco Área Metropolitana de Cúcuta 16
Figura I.5.3. Espacio Público Verde 36
Figura I.5.4. La agricultura urbana en el parque 37
Figura I.5.5. Parques Metropolitanos y Zonales 40
Figura I.5.6. Alinderamiento de la ronda hídrica para la zona de desarrollo y crecimiento de la ciudad ..41
Figura I.5.7. Galería Riparia, (Aveiro - Urban Park, Portugal) 43
Figura I.5.8. Ubicación de asentamientos informales en la Ciudad de Cúcuta 56
Figura I.5.9. Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS), Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá...62
Figura I.5.10. Triángulo de sostenibilidad en el drenaje urbano 63
Figura I.5.11. Comportamiento de la cuenca con canales no erosionables: descarga inmediata..... 65
Figura I.5.12. Comportamiento de la cuenca con canales erosionables: retención local 65
Figura I.5.13. Comparación de indicadores de espacio público por habitante con ciudades del mundo ..80
Figura I.5.14. Comparación de indicadores de espacio público por habitante ciudades Colombianas 81
Figura I.5.15. Áreas de espacio público en el año 2.006, Plan de Desarrollo 2.012 - 2015..... 82
Figura I.5.16. Antes y Después Restauración Fluvial río Kallang, Bishan Park, Singapur 2012..... 83
Figura I.5.17. Panorámica Corredor Ecológico Recreativo CER y cuenca de retención de agua 84
Figura I.5.18. Modelo de ocupación territorial Urbano y de suelos de expansión con Proyecto 88
Figura I.5.19. Sección transversal típica de las vías proyectadas..... 91
Figura I.5.20. Sección transversal típica encauzamiento propuesto..... 92
Figura I.5.21. Foto Montaje Proyecto Quebrada Seca..... 93
Figura I.5.22. Foto Montaje, proyección Quebrada Seca Año 2020 94
Figura I.5.23. Sección transversal Canalización tipo, Hidraforcis..... 95

Figura I.5.24. Sección transversal Canalización cerrada tipo Box culvert 96

Figura I.5.25. Foto Montaje Proyecto Quebrada La Cañada 97

Figura I.5.26. Foto Montaje, proyección Quebrada La Cañada Año 2020 98

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto I.5.1. Descarga canal Aguas lluvias cerrado en la Q La Cañada en la Av. 23 entre calle 4 y 4B. 21
Foto I.5.2. Captación de agua residual que transporta cauces de aguas lluvias 21
Foto I.5.3. Parte Alta Q. La Cañada. Tramos canalizados con sección en concreto en buen estado..... 22
Foto I.5.4. Secciones de canales cuenca la Cañada revestidos en concreto y en buen estado..... 23
Foto I.5.5. Cauces con sección revestida en concreto en mal estado, brazo tributario 23
Foto I.5.6. Vista General estado cuenca cauce quebrada La Cañada. Tramos sin revestir 24
Foto I.5.7. Vertimiento y estado cauce después vertimiento cauce Q La Cañada 24
Foto I.5.8. Estado del cauce parte baja llegada a Puente Palmeras Belisario. 25
Foto I.5.9. Vista Aguas arriba y abajo cauce natural Cauce Quebrada La Cañada, puente Belisario. 25
Foto I.5.10. Zonas de inestabilidad de taludes del cauce de la quebrada La Cañada 26
Foto I.5.11. Descarga actual y estado del colector 26
Foto I.5.12. Colector que colapsó 27
Foto I.5.13. Asentamiento en ronda hídrica K0+100, abscisa topográfica.. 28
Foto I.5.14. Asentamiento en ronda hídrica K0+280, abscisa topográfica 28
Foto I.5.15. Tejar en ronda hídrica K0+280, abscisa topográfica 29
Foto I.5.16. Asentamiento con servicio eléctrico en ronda hídrica K1+460 29
Foto I.5.17. Sistemas de redes de servicios públicos en barrios de invasión. 34
Foto I.5.12. Colector que colapsó 27
Foto I.5.13. Asentamiento en ronda hídrica K0+100, abscisa topográfica.. 28
Foto I.5.14. Asentamiento en ronda hídrica K0+280, abscisa topográfica 28
Foto I.5.15. Tejar en ronda hídrica K0+280, abscisa topográfica 29
Foto I.5.16. Asentamiento con servicio eléctrico en ronda hídrica K1+460 29
Foto I.5.17. Sistemas de redes de servicios públicos en barrios de invasión. 34
Foto I.5.18. El Kallang River park Project fue diseñado con una idea holística y sustentable con el principal objetivo de integrar el parque con el río... 46

Foto I.5.19. Elementos de espacio público, tomados de referentes ya construidos alrededor del mundo 48
Foto I.5.20. Ciudadela los Estoraques, Quebrada La Cañada 59
Foto I.5.21. Urbanización Cormoranes, Quebrada Seca 60
Foto I.5.22. Corredor Ecológico Recreativo CER y cuenca de retención de agua. 85
Foto I.5.23. La transformación rural y la conurbación |característica de la evolución demográfica 86
Foto I.5.24. El nuevo look de retorno a la naturaleza del Parque Bishan 87

LISTA DE TABLAS

Tabla I.5.1. Zonas de expansión urbana Integral Sector Peracos y Sector El Progreso.....45
Tabla I.5.2. El Catastro, herramienta para el Ordenamiento Territorial, IGAC 2012. 55
Tabla I.5.3. Distribución del total de viviendas según estrato socioeconómico 55
Tabla I.5.4. Matriz de evaluación Multicriterio de Alternativas.....78
Tabla I.5.5. Presupuesto General, Quebrada Seca 92
Tabla I.5.6. Resumen presupuesto total general de las obras, Quebrada La Cañada. 96
Tabla I.5.3. Distribución del total de viviendas según estrato socioeconómico 55
Tabla I.5.4. Matriz de evaluación Multicriterio de Alternativas.....78

LISTA DE ANEXOS

1. Anexo Areas potenciales en el Municipio de Cúcuta.....101
2. Planos Quebrada Seca y Quebrada La Cañada 102

I.5.1. INTRODUCCIÓN

Es importante recalcar que las inundaciones son fenómenos que pueden afectar seriamente a la sociedad y su dinámica de desarrollo por consiguiente el Gobierno Municipal y Nacional mancomunadamente unen esfuerzos para idealizar proyectos que disminuyan el riesgo, previniendo pérdida de vidas y daños materiales, de modo que puedan reducirse al mínimo los trastornos y la destrucción originados por las inundaciones como lo expresa protocolo para la emisión de los pronósticos hidrológicos, IDEAM, 2008.

Para lograr un buen diseño de un sistema de aguas lluvias deben tomarse en cuenta todas las variables que puedan intervenir en la idealización, como las que pueden crear inconvenientes en la comunidad y en la infraestructura de drenaje, vial y de servicios existente o proyectada, sin embargo no deja de reconocerse que ello resulta difícil de evaluar y que aún con la mejor información posible, existirán criterios económicos que primarán en el diseño de los proyectos referidos a un rango de probabilidades de ocurrencia de daños.

El siguiente informe Ejecutivo, se presenta el resultado del diseño de la canalización para las quebradas Seca y La Cañada, obras que permitirán el transporte y evacuación de los aportes pluviales de la zona occidental de la ciudad de Cúcuta, considerando el anillo vial occidental como frontera física aguas abajo de la zona de estudio. Proyecto realizado por el grupo de profesionales del Consorcio La Cañada; para estudio y dimensionamiento de infraestructura para el control, manejo y transporte de aguas lluvias.

El continuo y rápido crecimiento de la ciudad, que conlleva una progresiva **impermeabilización del suelo y de sus cuencas**, está alterando gravemente el ciclo hidrológico natural del agua. Cada vez se necesitan colectores más grandes, más largos, y una necesidad de depurar un agua de lluvia que en su origen era limpia. Así, es frecuente ver los sistemas de drenaje desbordados en tiempos de lluvia debido a los grandes volúmenes de agua pluvial que se reciben provenientes de las zonas urbanas impermeables, sobrepasando en muchas ocasiones la capacidad de los colectores y generando lo que en los últimos años se ha vuelto repetitivo en cada temporada invernal: **inundaciones y encharcamientos en las vías y espacio público.**

La necesidad de afrontar la gestión de las aguas pluviales desde una perspectiva diferente a la convencional, que combine aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales, está llevando a un aumento progresivo a nivel mundial del uso de **Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)**, también conocidos como BMP's (Best Management Practices). La filosofía de los SUDS es reproducir, de la manera más fiel posible, el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización o actuación humana. Su objetivo es minimizar los impactos del desarrollo urbanístico en cuanto a la cantidad y la calidad de la escorrentía (en origen, durante su transporte y en destino), así como maximizar la integración paisajística y el valor social y ambiental de la actuación.

Conforme a lo anterior, una de las problemáticas más importantes que tiene la ciudad de Cúcuta es la **amortiguación de aguas lluvias en el espacio público**, sobre todo en los periodos de precipitación, debido a que el rápido desarrollo urbano ha generado la impermeabilización de la ciudad y por lo tanto de sus cuencas hídricas, teniéndose pocas coberturas vegetales que ayuden a interceptar el agua lluvia.

Ciertamente, el presente estudio fue concebido como el abovedamiento tradicional en concreto reforzado del lecho de las quebradas, como se encuentra construido actualmente el canal en la Quebrada Bogotá, acompañado de vías paralelas para aislamiento y protección como lo considera el POT. Sin embargo, al comparar la alternativa SUDS, concretamente de **Parque Inundable** y un abovedamiento tradicional, ambos tienen beneficios de daño de inundación evitado, pero sólo el Parque presenta los beneficios sociales asociados al aumento de la plusvalía de las viviendas y terrenos cercanos al parque; alternativa innovadora, eficiente y más sostenible de gestionar el agua de lluvia.

El proyecto considera crear dos parques longitudinales de aproximadamente de 7 kilómetros de extensión, en dos áreas paralelas a las Quebradas Seca y La Cañada, específicamente en la zona de sus rondas ecosistémicas, de más de 50 Has. El "hidroparque" o **parque paisajístico-recreativo**, busca terminar con el problema de las inundaciones que por décadas han afectado a la zona Occidental de la Ciudad y al mismo tiempo entregar un nuevo espacio de recreación para la capital.

Sin duda, la construcción de este parque marcará un antes y un después en Cúcuta, ya que se contará con otro gran Malecón en el borde de las quebradas, cambiándole la cara a una zona que no se caracteriza por tener grandes áreas verdes ni de espacios públicos. Las Comunas 7 y 8 en la Ciudadela de Juan Atalaya, serán las comunas beneficiadas, cuya población característica pertenece a los estratos 1 y 2.

Dado el alcance del proyecto, limitado en el aspecto Arquitectónico (ambiental y paisajístico) por su extensión, es necesario profundizar en su desarrollo, vinculando las Universidades (Alma Mater) mediante concursos y proyectos de grado, para que alimenten el aprovechamiento de los espacios propuestos y creados por el encauzamiento del área de las aguas. Enmarcado todo como una **estrategia de renovación urbana**.

Evidentemente, el trazado de las vías es oportuno para la creación de corredores para las redes de servicios públicos domiciliarios, aún no existentes, pero que permitirán la descontaminación de las quebradas por la construcción de los colectores a cargo de Aguas Kpital, y por qué no, de la construcción de las plantas de tratamiento proyectadas para las Quebradas Seca y Tonchalá, en su Plan Maestro.

I.5.2. JUSTIFICACION

Colombia es un país con una excepcional riqueza y diversidad natural y cultural. Esta ha sido la base sobre la cual la Nación y sus regiones han construido sus estrategias de desarrollo. **Los recursos naturales – los suelos, las aguas, los bosques, los recursos hidrobiológicos, los minerales, los hidrocarburos, el paisaje, etc. – han sido utilizados y explotados para generar crecimiento económico y bienestar social. Si bien es cierto que un mayor crecimiento económico ha contribuido de manera significativa a mejorar el ingreso y el bienestar de los colombianos en las últimas décadas, este también ha estado acompañado de un marcado deterioro ambiental y de la acentuación de problemas como la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la contaminación del agua y del aire** (DNP, 2007: 6).

Por otra parte, **los procesos desordenados de urbanización** que se han generado en muchas regiones del país han causado transformaciones del paisaje, pérdida de biodiversidad, reducción del espacio público, disminución de la calidad del aire, afectación de la oferta y calidad del recurso hídrico, generación de residuos, pérdida y afectación de la disponibilidad de suelo y aumento de la vulnerabilidad.

Las consecuencias de la reciente emergencia invernal, son una clara demostración de la importancia de atender y corregir estas limitaciones en la gestión ambiental y del riesgo. En este sentido, para garantizar la sostenibilidad del desarrollo económico y social del país, resulta prioritaria la incorporación de medidas que tiendan a disminuir la vulnerabilidad frente al riesgo de desastre en los sectores y en la población. Según Naciones Unidas, los desastres tienen un impacto desproporcionado en los países pobres y en desarrollo, y están especialmente asociados a viviendas en condiciones inseguras. **Colombia ocupa el lamentable tercer lugar, después de China y Bangladesh, de los países con mayores índices de mortalidad a causa de los desastres naturales, como inundaciones y deslizamientos de tierra**, así lo señala la Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (Ocha 2010), ante esa situación, se hace prioritario reducir la vulnerabilidad frente a los riesgos climáticos.

El modelo de desarrollo de los países pobres se basa en la **dominación de los recursos** (renovables y no) mediante la destrucción y la explotación intensiva de las riquezas naturales. Sumada la existencia de gran población distribuida en zonas de alto riesgo, permitiendo y motivando además nuevos asentamientos en lugares peligrosos o con amenaza y vulnerabilidad alta. El riesgo no puede eliminarse por completo, pero lo que sí es posible es reducir el nivel de vulnerabilidad que puede afectar a una población para evitar más calamidades.

Procesos acelerados de crecimiento económico en escenarios cambiantes de riesgo, de degradación del ambiente y cambio climático global requieren una gestión ambiental y del riesgo de desastres integrada como estrategia fundamental para garantizar la sostenibilidad y la seguridad de las comunidades en el desarrollo del país. **La restauración de ríos** es una posibilidad real para solucionar la enorme

problemática existente en Colombia en cuanto a **riesgo hidráulico y contaminación del agua**, siendo perfectamente compatible con la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico. Aplicar esta nueva hidráulica fluvial contribuiría a disminuir los sufrimientos, los daños y los costos que año tras año se viven por causa de las aguas.

Sin embargo, al finalizar la pasada administración Nacional (considerada por muchos y en especial por el exministro del Medioambiente Manuel Rodríguez Becerra como una amenaza para el ambiente), se instó a la agilidad en las obras, en su mayoría provenientes de la ingeniería clásica: espolones, muros de contención, canalizaciones, jarillones, terraplenes y represas.

En suma, se continúa pensando en "defenderse de los ríos" y no en "defender a los ríos" Ingeniero Civil Freddy Leonardo Franco Idarraga, Dott TEPAC, ciclo XXIII. Doctor en Tecnología y Diseño para el Medio Ambiente Construido, Politécnico De Milán.



Figura I.5.1. Proceso de Restauración Fluvial, segado y crecimiento.

La crítica ecologista argumenta que un sistema basado en el crecimiento y la acumulación constante es insostenible, y que acabaría por agotar los recursos naturales del planeta, muchos de los cuales no son renovables. Más aún si el consumo de estos recursos es desigual entre los países y en sus respectivas clases económicas. Hasta hace algunas décadas, se pensaba que los recursos naturales eran inagotables y que la contaminación, pérdida de la biodiversidad y de paisajes eran los costes inevitables del progreso Wikipedia, Capitalismo.

Durante décadas el objetivo del país ha sido alcanzar un buen crecimiento y desarrollo económico. En materia hidráulica este objetivo se ha traducido en la realización de un gran número de infraestructuras que indudablemente han contribuido a alcanzar el nivel actual de progreso e, indirectamente, también ha sido una de las causas de la **degradación de los ecosistemas**.

Aun así, de todas las crisis, ya sean de orden social, o relativas a los recursos naturales con las que nos enfrentamos los seres humanos, **la crisis del agua** es la que se encuentra en el corazón mismo de nuestra supervivencia y la de nuestro planeta.

Medio Ambiente

Desde 1991, las políticas nacionales introdujeron el **Desarrollo sostenible** en el pensamiento nacional y a partir de allí se inició el proceso de organizar un marco institucional ambiental para abordar la construcción de este modelo de desarrollo, que se concretó en diciembre de 1993 mediante la Ley 99, con la creación del Sistema nacional ambiental –SINA– y de su ente rector, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, después de la reestructuración de la que fue objeto por cuenta del Decreto 216 de 2003.

Desde principios de la década del noventa, países como Colombia impulsaron la formulación de políticas ambientales con una mayor participación de la sociedad civil y el sector privado. Así se reflejó por ejemplo en los procesos de elaboración de algunos de los informes nacionales que se debieron presentar a consideración de la Conferencia de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Ese fue también el caso de los procesos de reforma de la institucionalidad ambiental que tuvieron lugar en muchos países en ese mismo contexto y que por lo general incluyeron procesos de participación ciudadana.

Políticas nacionales ambientales (1991-2002)

En Colombia, desde 1974 se ha expedido cada cuatro años una política nacional ambiental. La política ambiental, contenida en el Plan Nacional de Desarrollo **1990-1994** (Gaviria) ordenó, entre otros, la creación del Ministerio del Medio Ambiente y la contratación de créditos con la banca multilateral con el fin de fortalecer la gestión ambiental.

El Plan Nacional de Desarrollo **1994-1998** (Samper), aprobado por el Congreso de la República en el ámbito del nuevo orden constitucional, estableció la política ambiental denominada “Hacia el desarrollo humano sostenible”. Plantea cinco objetivos básicos: promover una nueva cultura del desarrollo, mejorar la calidad de vida, promover una producción limpia, desarrollar una gestión ambiental sostenible y orientar comportamientos poblacionales. Formuló siete programas y acciones para el mejoramiento ambiental: protección de ecosistemas estratégicos, mejor agua, mares limpios y costas limpias, más bosques, mejores ciudades y poblaciones, política poblacional, y producción limpia. Y prevé siete acciones instrumentales para el desarrollo de los objetivos y programas: educación y concientización ambiental, fortalecimiento institucional, producción y democratización de la información, planificación y ordenamiento ambiental, y cooperación global.

El Plan Nacional de Desarrollo **1998-2002** (Pastrana) incorpora "El plan colectivo ambiental para construir la paz" y define al agua como tema prioritario y eje articulador de la política ambiental. Se señalan siete programas prioritarios: agua, biodiversidad, bosques, calidad de vida urbana, producción más limpia, mercados verdes y sostenibilidad de los procesos productivos endógenos. Registra una continuidad en relación con la política ambiental de los dos períodos anteriores, así como continuidades con las políticas nacionales de los años setenta y ochenta como se tipifica en el caso de los bosques.

En los tres planes nacionales de desarrollo expedidos en la década de los noventa se advierte continuidad y la paulatina incorporación de la dimensión ambiental en algunas políticas sectoriales, un hecho que se relaciona con las competencias que tiene el Ministerio del Medio Ambiente en materia de su definición, conjuntamente con otros ministerios. (Fuente: Rodríguez-B., 2000a.)

La siguiente década está resumida en palabras del Doctor Manuel Rodríguez Becerra, exministro del Mediambiente: "Durante los dos períodos de Uribe Vélez, su administración fue una amenaza real para el tema ambiental. El primer gran daño que hizo fue haber fusionado el Ministerio del Medio Ambiente con el de Vivienda; documentos de la Universidad de Oxford y del gobierno de Holanda demuestran la decadencia y pérdida de capacidad técnica de esa cartera en la Era Uribe. Cuando uno ve que el gobierno Santos ya tiene dentro de sus cuentas el oro de Santurbán y el oro de La Colosa, que es lo que está en el Plan de Desarrollo, lo que uno concluye es que esas licencias ya están aprobadas, porque ya están en las proyecciones del Gobierno. **No existe la minería ambientalmente sostenible**. No la puede haber, porque la minería es una actividad con un enorme impacto, más aún la de cielo abierto".

Las políticas con sus objetivos, principios, criterios y orientaciones generales deben impulsar nuevos procesos y tecnologías más beneficiosas con el ambiente y desarrollar nuevas formas de relación con la naturaleza. Las políticas deben reflejar las prioridades ambientales, y al ser expresadas mediante los instrumentos y planes se constituyen en verdaderas agendas de trabajo.

Principios Fundamentales de La Política Ambiental En Colombia

Dentro de los documentos que recogen los principios de la política ambiental del país cabe destacar:

Ley 99 de 1993
Declaración de Río, 1991
Cumbre de Johannesburgo
Plan Nacional de Desarrollo

Pese a lo que parece indicar esta somera radiografía de la situación, también hay que destacar que **el medio ambiente** se ha convertido en una de las mayores preocupaciones de la sociedad, y son muchas las iniciativas que se han puesto en marcha para salvaguardarlo y protegerlo. El 2013 ha sido declarado por la UNESCO como el Año Internacional de la cooperación en la esfera del agua, y el 22 de marzo se celebra cada año el Día Mundial del Agua.

Resolver la crisis del agua es, sin embargo, sólo uno de los diversos desafíos con los que la humanidad se enfrenta en este tercer milenio y ha de considerarse en este contexto. La crisis del agua debe situarse en una perspectiva más amplia de solución de problemas y de resolución de conflictos. Tal como lo ha indicado la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible [Commission for Sustainable Development (CSD)] en 2002: **«Erradicar la pobreza, cambiar los patrones de producción y consumo insostenibles y proteger y administrar los recursos naturales del desarrollo social y económico constituyen los objetivos primordiales y la exigencia esencial de un desarrollo sostenible»** (en palabras del Papa Francisco "ser custodios de la creación de Dios").

Bosque seco tropical (Bs-T)

Buena parte del municipio de Cúcuta está comprendido por **Bs-T**, según la clasificación de zonas de vida (HOLDRIDGE LESLIE, 1971), el cual es considerado a nivel mundial como uno de los ecosistemas más amenazados, debido, principalmente, a actividades humanas como la deforestación, y son pocos los estudios sobre su situación actual y sus amenazas (MILES LERA et al., 2006 UNEP-WCMC), situación que puede apreciarse también en el área rural de Cúcuta, donde varias zonas han sido transformadas en asentamientos urbanos y áreas para la ganadería, así como para la agricultura y la minería.

La cobertura de Bosque Seco asegura la **protección de los suelos contra la erosión y el desecamiento** y tiene una **alta importancia para el ciclo hidrológico en la absorción, almacenamiento y liberación de agua lluvia y freática**. Otras servicios ecológicos importantes prestado por el Bosque seco tropical son la **captación y almacenamiento de dióxido de carbono para la amortiguación del cambio climático global y la regulación del clima**. Por razones de la adaptación de las especies al clima y ubicación geográfica, las **especies de los bosques secos tienen un alto grado de endemismo**. Esta situación indica también una fragilidad y el gran riesgo de pérdida de especies altamente adaptada en este ecosistema.

A pesar del poco valor que se le ha conferido a los bosques secos tropicales, estos son fuente de importantes especies de uso antrópico. Este es el caso de varias especies de leguminosas forrajeras, ornamentales y frutales originarias de esta formación vegetal como: Matarraton (Gliciridia sepium), Carbonero (Leucaena leucodephala) Guayacanes (Tabeuia spp), Cactus (Opuntia spp, Cereus spp), Samanes (Samanea saman) y Chiminangos (Pithecellobium spp), Pitaya (Acanthocereus pitahaya), Mamoncillo (Melicoccus bijugatus) y el Jobo (Spondias mombin, S. purpurea), entre otras. Los relictos de bosque seco, que en otras eras fue abundante en una gran área, se constituyen en verdaderos bancos genéticos in situ, que son desconocidos hasta ahora (IAVH, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT 1995).

Otro aspecto interesante de los bosques secos y su ubicación dentro de mosaicos de paisaje dominados por zonas agrícolas y ganaderas, es la posibilidad de mantener especies de insectos que contribuyan al control de plagas y vectores de enfermedades.

Pero el alto nivel de degradación y deterioro ecosistémico al cual ha llegado el bosque original que alguna vez existió, demanda el desarrollo de iniciativas de inclusión social para la recuperación de este patrimonio de la región.

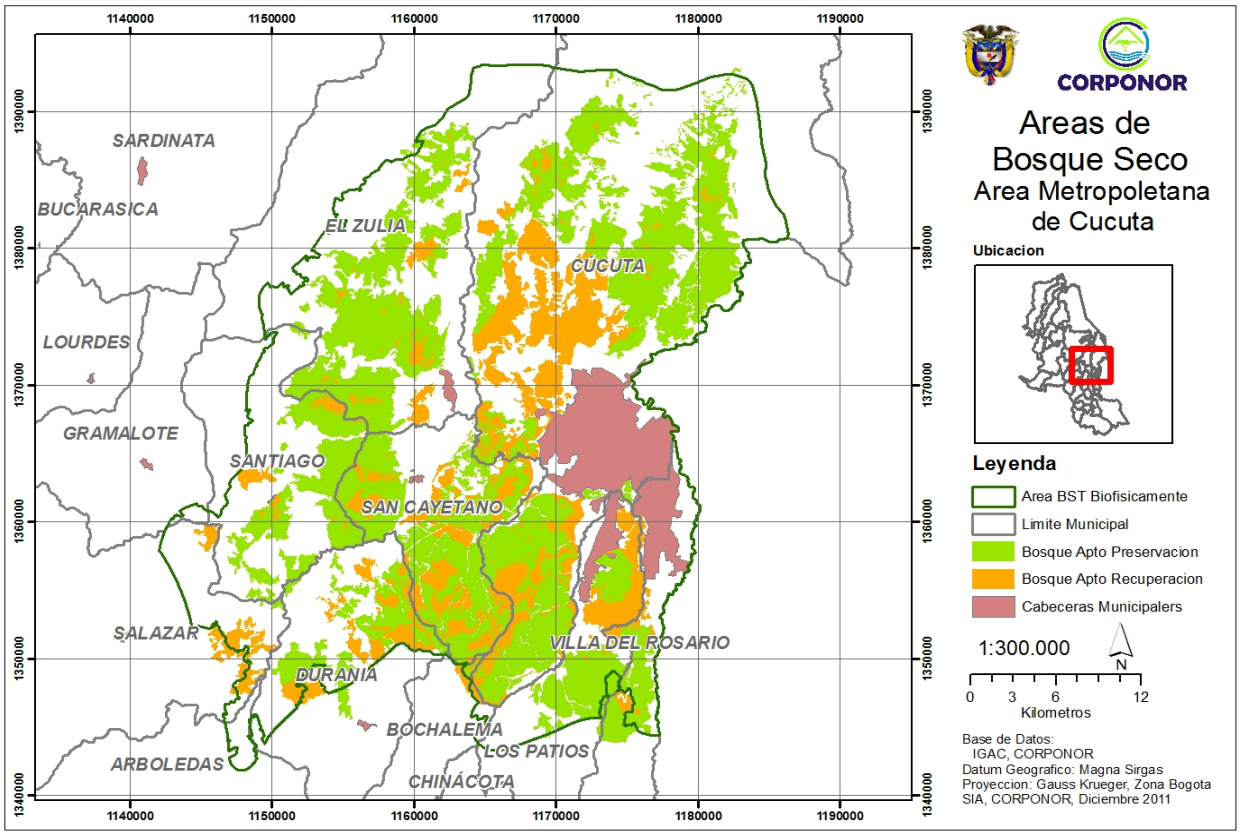


Figura I.5.2. Áreas de Bosque Seco Área Metropolitana de Cúcuta.

De acuerdo con la metodología ajustada de Holdridge, la Zona de vida del AID se tipifica como un **Bosque Seco Subtropical** (**Bs-ST**), en provincia de humedad Semi árida.

Sin embargo al realizar la caracterización de la zona de vida tomando como base la Temperatura ambiental promedio de 27.6°C, utilizando el método convencional, se obtiene que el AID está en zona de vida de **Bosque muy seco tropical** (**Bms-T)** en provincia de humedad Semi árida.

Esta dualidad encontrada conlleva a entender que por la homogeneidad de las condiciones climáticas del AID, pero por la diferencia de microclima entre las zonas ocasionada por la dinámica de los vientos a causa de las divisorias de las microcuencas, donde luego del recorrido de campo por la zona se observó que aunque las especies de plantas son comunes, la predominancia de las unidades de cobertura vegetal definidas dentro del presente estudio son diferentes.

La zona presenta las especies forestales como el almendrón, el otití, la leucaena y el robato, además de la presencia de otras como el samán y la acacia. Lo anterior lleva a encontrar que en términos generales, el AID se comporta como un área de transición de Bosque seco tropical a subtropical, de típica provincia de humedad semi árida por la presencia de especies de zona de vida seca.

Esta caracterización se soporta también en el Plan de Ordenamiento Territorial, cuando afirma que hacia la cuenca baja del río Zulia, al noroccidente del casco urbano, se presenta una transición a bosque húmedo tropical. Esto es más visible en las laderas que separan la cuenca del río Zulia del Pamplonita, donde aún se encuentran remanentes de bosque nativo.

La vegetación que rodea el área metropolitana corresponde a las transiciones subxerofíticas del bosque seco tropical y, hacia las laderas más elevadas, la transición al bosque seco premontano o subtropical. Como todas las zonas áridas, se trata de ecosistemas particularmente frágiles, especialmente vulnerables frente a fuego, pastoreo y erosión.

El bosque seco es uno de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial y nacional. Quedan en el país muy pocos remanentes bien conservados de este ecosistema particularmente frágil. Su preservación y restauración son prioridades de la gestión ambiental regional. El desarrollo metropolitano de Cúcuta se halla, precisamente, en el centro de uno de dichos remanentes.

I.5.3. ANTECEDENTES

La ciudad de Cúcuta, “PORTON DE LA FRONTERA”, por esta misma condición ha estado afectada por los vaivenes de la economía colombiana y venezolana, condición que ha generado entre otras los siguientes fenómenos:

- la llegada a la Cúcuta de personas y familias enteras, bien sea en la intención de pernoctar y pasar hacia Venezuela en la época dorada de dicho país, por el cambio favorable que representaba ganar en bolívares y convertir a pesos para enviar a sus familiares en el resto del departamento y del país.

- Llegada a Cúcuta de personas y familias que retornaban de Venezuela, porque las condiciones sociales, políticas y económicas no representaban beneficios financieros, que permitiera trabajar allá y mantener la familia en Colombia. En muchos casos, no continuaron el viaje, sino se radicaron en la ciudad.
- Llegada a Cúcuta de personas del resto de Colombia en busca de un mejor vivir, dada la oportunidad que se presentaba de trabajar en la informalidad aprovechando la visita de turistas y comerciantes

venezolanos, destacándose épocas en la que el Bolívar (moneda de Venezuela) llegó a tener cambio $16,00, o más recientes beneficiándose por el uso de tarjetas CADIVI.

- Llegada a Cúcuta de personas y familias completas desplazadas de otras regiones del país especialmente del campo colombiano, por la ola de violencia generadas por los diferentes actores que lamentablemente aún existen en Colombia.

Todos estos fenómenos, han generado lamentablemente procesos de invasión de tierras privadas en la periferia de la ciudad, presentándose desarrollos urbanísticos mal concebidos, no programados, sometiendo a la ciudad a impactos sociales, económicos, financieros y ambientales.

La conformación de los asentamientos humanos, conocidas como invasiones, han traído consigo la deforestación, la modificación de los cauces de aguas lluvias, la construcción de viviendas con generación de residuos sólidos y líquidos, condiciones que han impactado negativamente en la mayoría de las micro cuencas de las corrientes superficiales permanentes o, no existentes en la periferia de la ciudad.

QUEBRADA LA CAÑADA

La Cañada es un cauce de aguas superficiales, inicialmente como una quebrada, ahora como cauce de aguas lluvias en invierno y caño de aguas residuales en verano. El cauce mayor nace de la suma de varios menores que drenan desde la parte alta de los cerros que separan la ciudadela Juan Atalaya (Cuenca río Zulia) de la zona central de la ciudad (cuenca río Pamplonita), destacándose los barrios la Victoria y El Desierto. El cauce principal recibe como afluentes varios corrientes menores que nacen generalmente en la parte alta de los cerros occidentales ya mencionados.

Desde los tiempos en que se presentaron los primeros asentamientos humanos en la zona, este cauce y sus corrientes afluentes, han sido intervenidos severamente tratando de aprovechar al máximo el área para construir con los siguientes problemas:

1. **Disminución de la sección del cauce**: Limita o disminuye el área de paso del agua lluvia por el canal, generando velocidades altas que para el caso de canales en tierra, provoca erosión del fondo del cauce y de las paredes, situación que lleva a desestabilizar el talud y por ende a movimiento en masa (deslizamientos de tierras), arrastrando consigo toda la infraestructura existente a lado y lado de los canales: viviendas y tuberías y peor aún el potencial peligro de afectación de las personas que allí residen.

2. **Construcción de Viviendas en zonas paralelas al canal**. Se construyen viviendas al borde del canal, invadiendo el espacio público que debe existir paralelo a los cauces de las corrientes superficiales,

según lo establecido en el Art 3 – Ronda de Río, del Decreto 1449 del 77, y en el Acuerdo 089 de diciembre del 2011, por medio del cual se actualizo el POT para la ciudad de Cúcuta. No se deja el espacio para el andén paralelo y mucho menos para la construcción de infraestructura de alcantarillado, de acueducto o de otro tipo de servicio público, ni pensar en espacio como acceso para realizar actividades de mantenimiento y limpieza de canales y colectores. Es de especial mención la necesidad de contar con este espacio para la construcción de redes de alcantarillado de aguas residuales, llamados interceptores, pues esta franja es la parte baja de la cuenca, hacia donde se dirigen todas las pendientes de vías y por ende los colectores que recolectan el agua residual de las viviendas. Sin este espacio o franja de terreno es imposible la instalación de los interceptores para recolectar los vertimientos de aguas residuales que se realizan sobre los mismos canales.

3. **Obras sobre colectores existentes paralelos a canales y cauces de agua superficiales**. Se construyen viviendas, bodegas, equipamiento urbano, sobre tuberías de acueducto y alcantarillado, presentándose limitaciones para realizar las actividades de operación y mantenimiento, en especial para reparaciones, o no permitiendo efectuar la reparación tal como ha ocurrido en varias oportunidades, por la necesidad de demoler la vivienda o obra sobre el colector, exigiendo el pago de la misma por parte del propietario de la mejora, o reconstrucción en el mismo sitio, recursos de inversión que deberían estar destinados a obras de mayor utilidad. Estas viviendas por su cercanía al canal o cauces de aguas lluvias, están en constante peligro de ser afectados por inundaciones en el menor de los casos, porque el impacto sería muy grave para sus habitantes en caso de presentarse avalanchas o crecidas súbitas y repentinas generadas por lluvias de muy alta intensidad como las que cada cierto tiempo se presentan en la ciudad de Cúcuta.

4. **Construcción de viviendas o edificaciones sobre canales o cauces de drenaje de aguas lluvias**: se presenta invasión total y apoderamiento del cauce, generalmente se construyen viviendas que además de limitar la sección de paso del agua, en muchos casos construyen sus instalaciones internas descargando las aguas residuales directamente sobre el canal, convirtiéndolo en verano en un caño de aguas residuales y además por la construcción sobre el canal impiden la realización de cualquier obra, que pretenda eliminar los vertimientos, pues no existe espacio por el cual trazar, diseñar y construir colectores de aguas residuales. Lamentablemente en muchas ocasiones estas viviendas a pesar de tener instalado un colector por el frente de la vivienda, prefieren seguir vertiendo al canal bajo su sala, patio o solar, pues no están dispuestos a modificar sus instalaciones sanitarias internas, en unos casos por no dañar la vivienda, o por no disponer de recursos económicos o porque sus instalaciones están en la parte posterior en nivel bajo respecto del colector en la vía.

5. **Construcción de Obras provisionales por la comunidad**. Ante la necesidad de evitar que las aguas residuales sigan circulando por los canales aguas abajo de los vertimientos, cuando ya están otra vez a cielo abierto, la comunidad y/o la EIS CUCUTA ESP construyeron obras para captarlas y transportarlas a los colectores más cercanos posibles, lamentablemente estas obras de alivio de aguas lluvias y captación de aguas residuales, no han sido diseñadas cumpliendo especificaciones técnicas, presentándose:

- Problemas operativos en mantenimiento y limpieza (no hay acceso para personal, ni equipo para extraer materiales no deseables, mucho menos para vehículo),

- Problemas de colmatación de los colectores porque no existen desarenadores que limiten el paso de arenas y piedras hacia el colector de aguas residuales, elementos que transportan comúnmente las aguas lluvias.

- Problemas de colmatación y taponamiento y/o rotura de los colectores porque no existen rejillas que impidan el paso de materiales gruesos al colector y cuando se colocan la misma comunidad las daña para garantizar que el agua con piedras y toda clase de elementos siga su curso al tubo y no les cause problemas de olor o de encharcamiento de aguas negras en los canales cercanos, por la dificultad para realizar limpieza por parte del operador.

6. **Construcción de Colectores por parte de la comunidad**. Por inconsciencia y/o falta de recursos de inversión, en años anteriores se construyeron colectores de aguas residuales en algunos barrios con deficiencia tanto en trazado como en diseño, de tal forma que no se proyectaron para llegar a empalmar a colectores existentes por la necesidad de mayor longitud, mayor excavación, o por necesidad de obras especiales como sifones, optando entonces por descargar directamente a los canales de aguas lluvias abiertos o cerrados existentes, agravando la situación porque no se informó, ni se dejó registro del sitio de descarga.

7. **Deterioro prematuro de las obras existentes**. La Administraciones municipales anteriores en la intención sana de mitigar el problema del manejo y transporte de aguas lluvias canalizó varios tramos de cauce de aguas lluvias en la cuenca de la quebrada la Cañada. Algunos fueron bien diseñados y construidos y otros lamentablemente por deficiencias constructivas, se encuentran completamente deteriorados.

   Ciertamente a esta situación hay que abonarle el hecho de que los suelos predominantes en la región son altamente expansivos, y ante tantas conexiones ilegales de acueducto y alcantarillado, es natural que se presentan filtraciones de agua que originan el colapso inminente de las estructuras.

Todas las situaciones anteriormente mencionadas se están presentando en la cuenca de la quebrada La Cañada, generando problemas de contaminación y circulación de aguas residuales por el cauce principal y/o los tributarios, afectando no solo a la comunidad, sino también a AGUAS KPITAL CUCUTA SA ESP por las limitaciones existentes y generadas para realizar los diseños y ejecutar las obras de construcción en reposición y/o expansión de cobertura de la red de alcantarillado sanitario en este sector de la ciudad, llegando incluso a no poder utilizar colectores – interceptores concebidos para solucionar estos problemas.

Con el objeto de complementar lo anteriormente expuesto referente al estado general de la cuenca y del cauce de la quebrada se presenta una serie de imágenes y registro fotográfico:



Fotografía I.5.1 Descarga canal Aguas lluvias cerrado en la Q La Cañada en la Av. 23 entre calle 4 y 4B.



Fotografía I.5.2 Captación de agua residual que transporta cauces de aguas lluvias que pasa por debajo de viviendas desde La victoria hasta Kennedy.

Se observa que la rejilla en la boca del tubo la comunidad la retira. Por este hueco entra al colector piedra que destruye el tubo, lo colmata y tapona.



Fotografía I.5.3 Parte Alta Q. La Cañada. Tramos canalizados con sección en concreto en buen estado.



Fotografía I.5.4 Secciones de canales cuenca la Cañada revestidos en concreto y en buen estado.



Fotografía I.5.5 Cauces con sección revestida en concreto en mal estado, brazo tributario Quebrada La Cañada.



Termina sección revestida

Aguas abajo sección revestida.
Recibe vertimiento

Fotografía I.5.6 Vista General estado cuenca cauce quebrada La Cañada. Tramos sin revestir o acondicionar.



Fotografía I.5.7 Vertimiento y estado cauce después vertimiento cauce Q La Cañada. Se observa vestigios de colector dañado.



Fotografía I.5.8 Estado del cauce parte baja llegada a Puente Palmeras Belisario.

Se observa construcciones contigua al cauce y colector aguas residuales afectado por ola invernal.



Fotografía I.5.9 Vista Aguas arriba y abajo cauce natural Cauce Quebrada La Cañada, puente Belisario.



Fotografía I.5.10 Zonas de inestabilidad de taludes del cauce de la quebrada La Cañada.

Delizamiento de tierras afectación talud margen derecha cauce pricipal quebrada La Cañada, sector palmeras parte alta



Fotografía I.5.11 Descarga actual y estado del colector.

Se observa que el talud se ha erosionado. Ya no existe planicie por donde se había trazado la recuperación inicial. Se diseñó una nueva variante, pero se requiere la protección del talud, para evitar daños posteriores.



Fotografía I.5.12 Colector que colapsó.

Se observa que las viviendas están construidas sobre el colector. Presentándose limitaciones para su reparación, como en este caso donde el propietario de la mejora en donde se encuentra el local comercial no permitió efectuar el trabajo de retirar el tapón. Afortunadamente existía un solar contiguo y por este se hizo la excavación diagonal, así se construyó también el pozo, adaptándose a esta limitación que no debe presentarse.

QUEBRADA SECA

Desde donde nace la quebrada Seca, en inmediaciones de los barrios Simón Bolívar, Alonsito, Toledo Plata, pasando por los barrios Crispín Duran, Scalabrini y las nuevos asentamientos humanos, se observa el impacto que sobre el cauce de quebradas Seca se ha presentado. Ya no es un cauce de aguas en invierno, ahora es una corriente de aguas residuales que recibe las descargas de alcantarillados anti técnicos y mal construidos por las mismas comunidades, ahora las riberas están invadidas en algunos tramos por construcciones de viviendas (Generalmente ranchos) y vías en tierra, por tanto, el área de inundación para crecientes máximas está ocupada y los altos niveles de agua en lluvias afectan a los residentes invasores, en las viviendas, enseres, utensilios y muebles e incluso potencialmente colocando en riesgo la vida de quienes allí habitan, véase la siguiente secuencia de imágenes.



Fotografía I.5.13 Asentamiento en ronda hídrica K0+100, abscisa topográfica.



Fotografía I.5.14 Asentamiento en ronda hídrica K0+280, abscisa topográfica



Fotografía I.5.15 Tejar en ronda hídrica K0+280, abscisa topográfica.



Fotografía I.5.16 Asentamiento con servicio eléctrico en ronda hídrica K1+460

Es probable que estos asentamientos humanos sigan migrando aguas abajo, ocasionando afectación en la dinámica natural de la ronda hídrica y los usos de suelo asociado a las diferentes actividades antropogénicas, situación preocupante y poco deseada.

La mayor parte de la cuenca de Quebrada Seca, fue recientemente incorporada como zona de expansión en la modificación y ajuste del POT mediante Acuerdo 089 del 2011, y algunas zonas incluso fueron ya incorporadas al perímetro urbano mediante acuerdo 028 del 2012 y acuerdo del 020 del 2013, circunstancias que obligan a realizar intervenciones técnicas, ambientales, legales y socioeconómicas integrales con los objetivos, de preservar, mantener y reglamentar la cuenca en sinergia con la necesidad de desarrollar infraestructura para mejorar las condiciones de calidad de vida de quienes allí habitan y de los nuevos proyectos urbanísticos;

- Garantizar la estabilidad y sostenibilidad del cauce y de la cuenca de la quebrada Seca, estableciendo áreas y niveles de inundación, que no deben ser invadidas con ningún tipo de infraestructura, aunque siendo potencialmente utilizables para parques lineales.

- Trazar corredores viales, en la intención de garantizar la comunicación vehicular para facilitar el acceso tanto a la zona de expansión donde se adelantarán futuros desarrollos urbanísticos legales, incluyendo por beneficio colateral los asentamientos humanos que cumpliendo las condiciones establecidas en la ley pudieran ser factibles de desarrollarse urbanísticamente. Prioritamente se debe definir el trazado de los principales ejes viales, considerando el lineamiento paralelo al cauce ajustado y los accesos a los desarrollos urbanísticos, con la infraestructura complementaria referida a puentes, redomas, box Culvert, alcantarillas, colectores aguas lluvias, colectores aguas residuales, líneas de acueducto y en fin de todos los servicios que requieren de áreas públicas para su instalación.

I.5.4. PREMISAS JURIDICAS

Tradicionalmente la idea de argumento se ha vinculado a la lógica y la lógica ha sido entendida como la ciencia o el arte del pensamiento. J. J. Moreso explica la lógica como una disciplina normativa destinada a ordenarnos como hemos de pensar, de argumentar, de inferir y cómo hacerlo correctamente.

La lógica muestra como a partir de un conjunto de enunciado denominados **premisas** podemos derivar o inferir una **conclusión**. La lógica garantiza que si las premisas son verdaderas, la conclusión también será necesariamente verdadera o dicho de otra forma que no es posible que de premisas verdaderas se siga una conclusión falsa. Argumentar es inferir o derivar, de un conjunto de enunciados denominados premisas, otro enunciado denominado conclusión que se sigue o es deducible de las premisas. A la inversa, se puede afirmar que las premisas implican (entail) la conclusión. J.J. Moreso y P. Casanovas,

Argumentació i pragmática del Dret, Publicacions de la Universitat Oberta de Catalunya (Teoría del Razonamiento y La Argumentación Jurídica).

Así las cosas, a continuación se adjuntan algunas premisas Jurídicas que soportan los Diseños alcanzados en la realización del presente estudio:

El ordenamiento ambiental del territorio se define, según la **Ley 99 de 1993**, como **"la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación del uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación a fin de garantizar su adecuada explotación y desarrollo sostenible"**. Seleccionando la mejor alternativa para contribuir a un desarrollo ambientalmente sano y sostenible, con el objeto de lograr la mejor calidad de vida para la población.

El **artículo 79** de la Constitución Política de Colombia estableció que **"Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación dé la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines".**

El **artículo 80** de la Carta Magna señaló que **"El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados ... ".**

Con la creación del Ministerio del Medio Ambiente y del Sistema Nacional Ambiental (SINA) mediante la Ley 99 de 1993 **se establecieron el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales**. En este marco legal se establecieron los institutos de investigación necesarios para apoyar la formulación de políticas, normas y directrices en la materia.

En cuanto a la calidad del recurso, en las áreas donde se concentra el mayor desarrollo económico, se presenta un fuerte deterioro como consecuencia de la **recepción de vertimientos puntuales y difusos con una alta carga contaminante que supera la capacidad de resiliencia y autodepuración de los mismos**, como es el caso de las quebradas en Estudio (Q. Seca y Q. La Cañada). Los principales contaminantes son: por su volumen la materia orgánica originada por vertimientos domésticos y algunas industrias y los sedimentos, los generados en procesos erosivos de zonas agrícolas y por los asentamientos humanos no sostenibles. Corresponde al Estado garantizar la calidad del agua para consumo humano y los demás usos permitidos, requiriendo aplicar los instrumentos que prevengan y controlen los vertimientos contaminantes.

El **artículo 42 de la Ley 99 de 1993**, establece que la utilización directa o indirecta de la atmósfera, el agua y del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de

actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicio, sean o no lucrativas, se sujetará al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas.

Decreto 1594 de 1984. ARTICULO 60. Se prohíbe todo vertimiento de residuos líquidos a las calles, calzadas y canales o sistemas de alcantarillado para aguas lluvias, cuando quiera que existan en forma separada o tengan esta única destinación.

ARTICULO 61. Se prohíbe la inyección de residuos líquidos a un acuífero, salvo que se trate de la reinyección de las aguas provenientes de la exploración y explotación petrolífera y de gas natural, siempre y cuando no se impida el uso actual o potencial del acuífero.

ARTICULO 62. Se prohíbe la utilización de aguas del recurso, del acueducto público o privado y las de almacenamiento de aguas lluvias, con el propósito de diluir los vertimientos, con anterioridad a la descarga al cuerpo receptor.

El RAS 2000 en el titulo D.1.6.2.3 define los sistemas pluviales, la misma norma en el titulo D.4.1 determina el alcance de los sistemas de alcantarillado pluvial que son exclusivos para las aguas lluvias.

El desarrollo sustentable tiene como objetivo fundamental lograr una buena calidad de vida del conjunto de la población mediante la satisfacción de necesidades básicas como mínimo y aspirar a la mejora continua de las condiciones de vida de su población, manteniendo un equilibrio entre los aspectos económicos, sociales, ambientales y culturales. Territorios como el nuestro, deben reconocer y aceptar que los problemas que se sufren son consecuencias de su estilo de desarrollo. El riesgo no se puede eliminar pero si administrarlo, para reducir los desastres. Para alcanzar este objetivo hay que diseñar un modelo de desarrollo propio, incorporando las bases del desarrollo sustentable. Esta es la mejor opción frente al riesgo de desastres.

En tal sentido, la Corporación Autónoma Regional (Corponor) y el Área Metropolitana, son competentes para la declaratoria en ordenación de las cuencas hidrográficas que hacen parte de su jurisdicción, de conformidad con el artículo 33 de la ley 99 de 1993: **"…18. Ordenar y establecer las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas ubicadas dentro del área de su jurisdicción, conforme a las disposiciones superiores y a las políticas nacionales."**

Trabajar en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCAS, para ajustarlos al nuevo esquema legal de ordenación de cuencas que cuenta con acciones articuladas para la **protección de humedales, páramos, zonas secas, bosques, manglares y recursos hidrobiológicos**, de conformidad con el **Decreto 1640 de 2012** "Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones".

El Decreto 1729 de 2002 del Gobierno Nacional contiene la reglamentación del libro XIII título 2 Capítulo III del **Decreto Ley 2811 de 1974**, relacionada con la elaboración de los **Planes de Ordenación y Manejo**

de Cuencas Hidrográficas y sus áreas de influencia, constituyéndose éste en el principal instrumento de planificación y gestión de ellas y cuya formulación es responsabilidad de las autoridades ambientales con jurisdicción sobre la misma.

Referente a cambio climático Colombia aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), mediante la **Ley 164 de 1994** y aprobó el protocolo de Kyoto mediante **Ley 629 de 2000**. Posteriormente se designó al Ideam como la entidad coordinara la elaboración de las Comunicaciones Nacionales, y se expidió el documento **Conpes 3242 de 2003** sobre la **"Estrategia Nacional para la venta de servicios ambientales de mitigación de cambio climático"**. Finalmente se ajustaron los mecanismos para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan por Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL); y se creó el Comité Técnico Intersectorial de Mitigación del Cambio Climático del Consejo Nacional Ambiental.

La humanidad, siendo la única especie capaz de ejercer su dominio sobre el medio, y a su vez la que posee el potencial de conocer y entender los fenómenos de la naturaleza; siendo además, la única que puede idear soluciones a los problemas que ella misma genera. Es, paradójicamente, protagonista de un desequilibrio ambiental mundial sin antecedentes, generado por la producción incontrolable de sustancias tóxicas y residuos artificiales de alta permanencia. La cruda realidad ambiental que nos rodea no es más que el resultado de una sociedad consumista donde la balanza favorece a las industrias, al comercio y a la moda, más que a la salud (UNAL Sede Bogotá, Medio ambiente en Colombia).

La ONU estima que dos terceras partes de la humanidad están en riesgo de sufrir de sed dentro de los próximos treinta años. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, se considera que un agua está polucionada cuando su composición o su estado están alterados de tal modo que bajo esas condiciones no pueden ser empleadas para los diferentes usos que pueden hacerse en su estado natural. Estas alteraciones pueden darse sobre las propiedades físicas, biológicas y químicas del agua, disminuyendo así su potabilidad para el consumo humano y su potencial de uso para actividades agrícolas o industriales.

En el país, una de las principales fuentes de contaminación de agua es la **evacuación directa de aguas residuales**, ya sea provenientes de las residencias, de fábricas, de minas u otros. Las sustancias más peligrosas provienen fundamentalmente de los residuos tóxicos, reactivos, inflamables y combustibles que produce la minería, la industria manufacturera, particularmente la industria del procesamiento del petróleo, la industria química y la industria de curtiembres (IDEAM, 1998). La industria alimentaria y de bebidas participan activamente en el aporte diario de 688 toneladas de materia orgánica e inorgánica a los ríos del país.

El incremento en el agua de sulfuros, amoníaco, nitratos y sustancias ácidas, por efecto de vertimiento ya sea de origen agrícola, industrial o residencial, puede ocasionar diversas enfermedades tras su consumo (elevadas cantidades de nitratos y fluoruros, por ejemplo, están relacionados con metahemoglobinemia infantil y fluorosis endémica crónica respectivamente). También cabe resaltar la presencia, cada vez más habitual de compuestos hidrocarburados y elementos como mercurio, plomo,

cobre, zinc, selenio y cadmio. **El agua contaminada transporta bacterias, y larvas de nemátodos que ocasionan diversas enfermedades gastrointestinales y respiratoriasa los animales y al hombre**.

Colombia carece hoy de una regulación capaz de incentivar el uso eficiente y la protección de los recursos hídricos; así como de un modelo eficaz para el ejercicio de la autoridad ambiental tendiente a su administración, control y seguimiento; e instrumentos y mecanismos de articulación que viabilicen su ordenación y planeación, que permitan reducir los conflictos por acceso y uso del recurso, que se acentuarán debido a los impactos del cambio climático.

Los servicios públicos en Colombia se deben prestar a todos los ciudadanos, salvo lo previsto en el Plan Nacional de Desarrollo. Al respecto el artículo 99 del anterior Plan Nacional de Desarrollo (**Ley 812 de 2003**), vigente de acuerdo con el artículo 160 de la **Ley 1151 de 2007**, prevé la: **"Prohibición de invertir recursos públicos en invasiones, loteos y edificaciones ilegales. Queda absolutamente prohibida la inversión de recursos públicos en asentamientos originados en invasiones o loteos ilegales realizados con posterioridad a la vigencia de la presente. De la misma manera, las entidades prestadoras de servicios públicos se abstendrán de suministrarlos a las edificaciones que se ejecuten en estas condiciones."**



Fotografía I.5.17 Sistemas de redes de servicios públicos en barrios de invasión.

DERECHO A LA VIVIENDA DIGNA – Definición.
La jurisprudencia de la Corte Constitucional ha definido el derecho a la vivienda digna como aquel dirigido a suplir la necesidad humana de **"disponer de un sitio de vivienda, sea propio o ajeno, que reviste las características para poder realizar de manera digna el proyecto de vida"**. Este derecho se encuentra consagrado constitucionalmente en el artículo 51 de la Carta Política, dentro del capítulo de los derechos sociales, económicos y culturales, prerrogativas con las cuales se busca garantizar la consecución de los fines del Estado Social de Derecho, especialmente la de promover la prosperidad general.

Dice El Código Penal, **Ley 599 de 2000**:

CAPITULO VII.
DE LA USURPACION

ARTICULO 261. USURPACIÓN DE INMUEBLES. <Artículo modificado por el artículo 9 de la **Ley 1453 de 2011**. El nuevo texto es el siguiente:> **El que para apropiarse en todo o en parte de bien inmueble, o para derivar provecho de él destruya, altere, o suprima los mojones o señales que fijan sus linderos, o los cambie de sitio, incurrirá en prisión** de cuarenta y ocho (48) a cincuenta y cuatro (54) meses y multa de trece punto treinta y tres (13.33) a setenta y cinco (75) salarios mínimos legales mensuales vigentes.
Si con el mismo propósito se desarrollan acciones jurídicas induciendo a error o con la complicidad, favorecimiento o coautoría de la autoridad notarial o de registro de instrumentos públicos, la pena será de prisión entre cuatro y diez años.

La pena se duplicará, si la usurpación se desarrolla mediante el uso de la violencia o valiéndose de cualquiera de las conductas establecidas en el Título XII de este libro.

ARTICULO 262. USURPACION DE AGUAS. <Penas aumentadas por el artículo 14 de la **Ley 890 de 2004**, a partir del 1o. de enero de 2005. El texto con las penas aumentadas es el siguiente:> **El que con el fin de conseguir para sí o para otro un provecho ilícito y en perjuicio de tercero, desvíe el curso de las aguas públicas o privadas, o impida que corran por su cauce, o las utilice en mayor cantidad de la debida, o se apropie de terrenos de lagunas, ojos de agua, aguas subterráneas y demás fuentes hídricas, incurrirá en prisión** de dieciséis (16) a cincuenta y cuatro (54) meses y multa de trece punto treinta y tres (13.33) a setenta y cinco (75) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

Según el **ACUERDO No 089** DE DICIEMBRE 30 DE 2011, **"POR EL CUAL SE APRUEBA Y ADOPTA UNA MODIFICACION EXCEPCIONAL AL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA"**, **Ley 388 de 1997 y el Decreto 4002 de 2004**.

Artículo 6.- Modifíquese el Artículo 18 del Acuerdo 083 de 17 de enero de 2001, el cual quedará así:

Artículo 18. Programas
1. Mejoramiento Urbano Ambiental Hagamos De Cúcuta Una Ciudad Limpia.

2. Programa de Constitución de un Sistema Urbano – Ambiental, Hagamos de Cúcuta una Ciudad Verde. Este programa está orientado a crear un sistema medio – ambiental, como estructurante del espacio urbano, ordenador de las actividades en el territorio y propiciador del incremento de la habitabilidad y sostenibilidad de la ciudad y su entorno.

En éste programa se destacan las siguientes intervenciones estratégicas:

a- Proyectos de Consolidación de Parques estructurantes: Con estos proyectos se busca consolidar la construcción de parques así:

Proyectos de Parques urbanos: Estos proyectos deben responder a las necesidades específicas de cada uno de los **espacios públicos existentes y futuros del área municipal**, dadas las condiciones actuales de abandono de la gran mayoría de escenarios de recreación activos y pasivos, por lo que se requieren acciones estratégicas que promuevan la construcción, dotación, conservación y mantenimiento de los mismos permitiendo que estos recuperen sus roles funcionales. Es necesario iniciar prioritariamente por las áreas céntricas de la ciudad, Parque Santander, Parque Nacional, Parque Mercedes, Parque Antonia Santos, entre otros, los cuales demandan atención urgente y permanente para mejorar las condiciones urbanísticas en el sector de mayor grado de concentración de actividades comerciales y de servicios en el área urbana. De igual forma, se propende por la intervención de los principales escenarios deportivos que albergan las comunas, como el caso del Paseo Rojo y Negro, Parque Los benefactores, hitos de gran valor en Atalaya y Sevilla, que ameritan la recuperación de las áreas invadidas, a través de la relocalización de actividades allí asentadas y la **creación de escenarios de recreación, educación, equipamiento y cultura de manera integral**.

Creación de corredores medio ambientales. Se busca la **creación de recorridos ambientales**, que permitan el embellecimiento de los principales ejes viales estratégicos Canal Bogotá, Autopista a San Antonio - Diagonal Santander - Autopista Atalaya, Avenida Los Libertadores, entre otros.

Creación de espacio público. Se busca el rescate o declaratoria de utilidad pública de áreas estratégicas que se requieran constituir como **áreas de recreación públicas** ya sean pasivas o activas. Así mismo, se busca **generar incentivos para la vinculación de propietarios de terrenos, para lograr que se destinen bienes como zonas de uso público**.

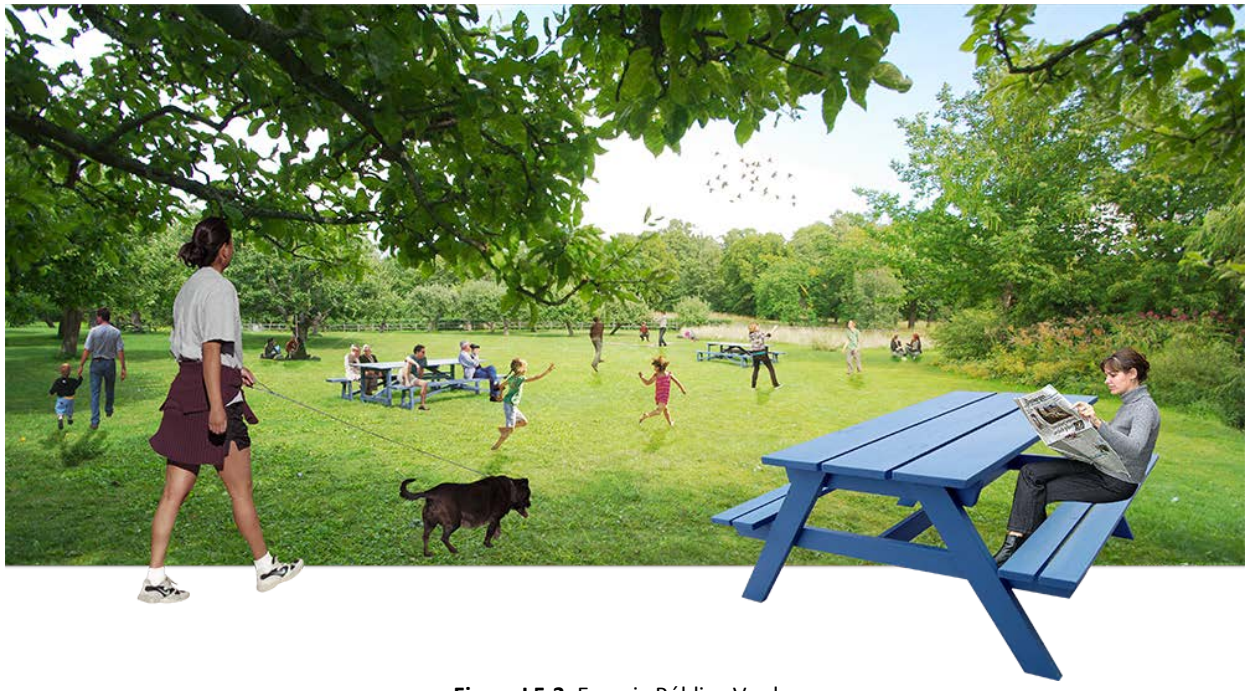


Figura I.5.3. Espacio Público Verde.

Parques Protectores: Su función en el sistema ambiental es proteger suelos de alta fragilidad geológica y forestal. Simultáneamente jugarán una función urbanística como freno a la expansión (ver plano de zonificación, Figura 6), para **consolidar el borde de la ciudad**. Es de carácter prioritario iniciar la consolidación del cinturón verde y parque de la zona Noroccidental, como freno a la expansión acelerada sobre esta zona, y la solución simultánea a través del manejo de Eriales, por el aprovechamiento de las aguas residuales de la parte alta del Norte y Noroccidente. Igualmente el valle occidental, se hace posible la **reforestación de taludes de las Quebradas Seca, la Cañada** y La China, mediante el manejo de los Eriales o baldíos (terreno que no se cultiva ni se aprovecha para pastos sin cultivar ni labrar).

b- Parques Protectores Productores: estos parques serán desarrollados en las áreas de riesgo no mitigable por erosión, su función es recuperar suelos deteriorados de alta fragilidad y que han sido invadidos por la urbanización ilegal, mediante acciones simultáneas a la reubicación de asentamientos de alto y muy alto riesgo. Estos parques además, buscan **disminuir la vulnerabilidad por riesgo de estas zonas, vincularlos al sistema urbano ambiental con fines recreativos, investigativos, económicos, paisajísticos, ecológicos y educativos**.

c- Áreas suburbanas de uso agro-ecoturístico: las condiciones de suelo, la tradición agropecuaria, las posibilidades de educación de sistemas de riego, la potencialidad de producción agropecuaria con alternativas agrobiológicas y experimentales (abonos orgánicos, control bilógico, etc.), la localización estratégica y la singularidad histórico-cultural posibilitan convertir a sectores en áreas de uso agro-ecoturístico con potencial de producción agrícola y pecuaria con especies menores (Caprinos, conejos, avícolas, zoocría de especies silvestres, etc.), para convertirse en la **Defensa Agropecuaria de la Ciudad de Cúcuta**, con la consideración especial de que estas áreas permitirán la promoción y desarrollo de actividades agroturísticas con adecuaciones de infraestructuras educativas, sobre los sistemas productivos y la tradición histórica y cultural. Para ello se necesitan estudios de detalle.



Figura I.5.4. La agricultura urbana en el parque.

Manejo integrado de bosques sub-xerofíticos y xerofíticos. Considerando que en el municipio existen ecosistemas sensibles, se deben adelantar estudios de detalle que permitan determinan los terrenos que cumplen la condición de bosques sub-xerofíticos y xerofíticos, especialmente en sectores localizados al norte en el Corregimiento de Buena Esperanza, hasta la localidad de Agua Blanca y en el Corregimiento de San Faustino hasta las estribaciones del cerro tasajero hasta la Vereda Santa Cecilia; al sur en los Corregimientos de San Pedro y Carmen de Tonchalá, hacia las laderas intemedias del Cerro Morretón; estos ecosistemas sin intervención del hombre. En los alrededores del área urbana se observan bosques xerofíticos, fuertemente degradados, con intervención del hombre y altamente susceptibles a los procesos erosivos. Por lo anterior, se hace necesario generar un programa tendiente a restringir los usos del suelo en los bosques que se determinen en estudios de detalle, fomentando la recuperación ambiental de los bosques xerofíticos y la protección y conservación absoluta de los bosques sub-xerofíticos.

Zonas de protección absoluta del recurso hídrico y humedales. Teniendo en cuenta que el Artículo 111 de la Ley 99 de 1993 establece que los municipios deben destinar recursos para la adquisición de áreas estratégicas para la protección del recurso hídrico que sirve de fuente de abastecimiento de acueductos. Asi mismo, es de vital importancia la protección, recuperación y conservación de los humedales, tanto naturales como antrópicos, ya que estos son ecosistemas sensibles donde convergen variadas especies, tanto de flora como de fauna. Se debe generar un programa integral tendiente a promocionar la protección, conservación y mantenimiento de estos ecosistemas, para garantizar equilibrio ambiental. Es importante vincular en esta labor a las autoridades civiles, ambientales, organizaciones no gubernamentales, universidades, entre otras.

3. Programa Ciudad, Paisaje, Belleza Y Economía. Este programa contribuye a la **construcción de una ciudad atractiva, amable y agradable que satisfaga los requerimientos funcionales, cambiando los paradigmas tradicionales de diseño con los que se ha construido el paisaje físico de la ciudad, buscando soluciones que aporten a la salud medioambiental y a la estética urbana**. Dentro de este programa se involucran los siguientes proyectos:

Proyectos de Planificación y Urbanismo. Estos proyectos buscarán establecer las pautas del desarrollo urbanístico armonioso, considerando las limitantes y potencialidades de la ciudad que se visualizan en el horizonte del largo plazo. Se promocionará el municipio como Nodo Central de Servicios, **fomentando el desarrollo de proyectos dirigidos a estimular la inversión nacional y extranjera en la ciudad**, tales como: proyectos de renovación urbana, mejoramiento integral, refuncionalización de zonas y sectores, diseños integrales de escenarios y equipamientos.

Actuación sobre el entorno urbano. Busca la protección y aprovechamiento de los recursos paisajísticos y ambientales de la ciudad, guardando relación armónica entre lo natural y lo construido, **revalorando lo ambiental como patrimonio natural**. La administración municipal debe liderar el ornato y embellecimiento de la ciudad mediante la arborización de calles, avenidas, separadores, zonas verdes, zonas de altas pendientes, zonas de riesgo.

Eliminación de barreras arquitectónicas en espacios públicos. Se deben generar acciones tendientes a suprimir las barreras arquitectónicas que impiden el libre tránsito y la movilidad, en especial de las personas discapacitadas, población infantil y la tercera edad. **Ciclovías y ciclorutas:** La construcción de este tipo de proyectos resuelven simultáneamente una problemática socioeconómica, recreativa y contribuyen a la calidad ambiental, para ser diseñados e intervenidos a través de circuitos activos de actividades recreativas. Requieren la promoción y el esfuerzo desde el contexto metropolitano.

4. Gestión Integral del Riesgo - Constitución de un Sistema Local para la Prevención de Desastres y Atención de Emergencias. La Planificación debe propender por la reducción de la vulnerabilidad, por tanto, se debe garantizar la incorporación del componente de prevención de desastres y, especialmente disposiciones relacionadas con el ordenamiento urbano, las zonas de riesgo y los asentamientos humanos, así como las apropiaciones que sean indispensables para el efecto en los presupuestos anuales. El programa busca de un lado, constituir y consolidar un sistema integral local de atención y prevención de desastres articulado a las directrices nacionales y especialmente a los contemplados en los Decretos 919 de 1989, Ley 46 de 1988, Decreto 93 de 1999, Circular 023 de 2011 de la Procuraduría General, Circular 021 del Fondo Nacional de Calamidades – Subcuenta Colombia Humanitaria y demás normas concordantes; y de otra parte, integrar e implementar el Plan Regional de Prevención y Atención de Emergencias del Área metropolitana de Cúcuta elaborado por la Gobernación del Departamento en el 2007 y al Plan Local de Emergencia y Contingencias de la Administración Municipal.

Artículo 14. Modifícase el Artículo 45 del Acuerdo 0083 de 2001, el cual quedará de la siguiente manera:

Artículo 45. Categorías de los Suelos De Protección.

45.1. ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL:

45.1.1. Sistema Local de Áreas Protegidas (SILAP).
45.1.2. Elementos protectores del sistema hídrico.

1. Rondas hídricas o áreas de entorno y protección de nacientes hídricas de corrientes naturales de agua de ríos, ciénagas, pantanos, embalses, lagunas y humedales en general
2. Ronda hídricas de quebradas, arroyos, caños y drenajes naturales en el área urbana y suelos de expansión.
3. Parques lineales Urbanos Ríos Pamplonita, Táchira y Quebrada Carmen de Tonchalá
4. Áreas estratégicas (Art. 111 Ley 99/93 modificado por el Art. 210 de la Ley 1450 de 2011)

El sistema hídrico deberá ser preservado, como principal elemento conector de las diversas áreas pertenecientes al sistema de áreas protegidas y, por lo tanto, pieza clave para la conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales que estas áreas le prestan al territorio.

Se entiende por área de entorno, la franja lateral de terreno, de suelo urbano, expansión urbana o rural, paralela a las líneas de máxima inundación, la cual se constituye en suelo de protección. Su función es servir como área o cinturón de protección ambiental de dichos ecosistemas, servir de protección contra inundaciones y desbordamientos y conservar el recurso hídrico y demás recursos de los ecosistemas protegidos, brindar estabilidad para los taludes laterales que conforman el caño de la corriente natural de las fuentes hídricas. Su función es posibilitar servidumbres de paso, para la extensión de redes de servicios públicos y mantenimiento del cauce y proporcionar áreas de espacio público, recreación, contemplación y paisaje.

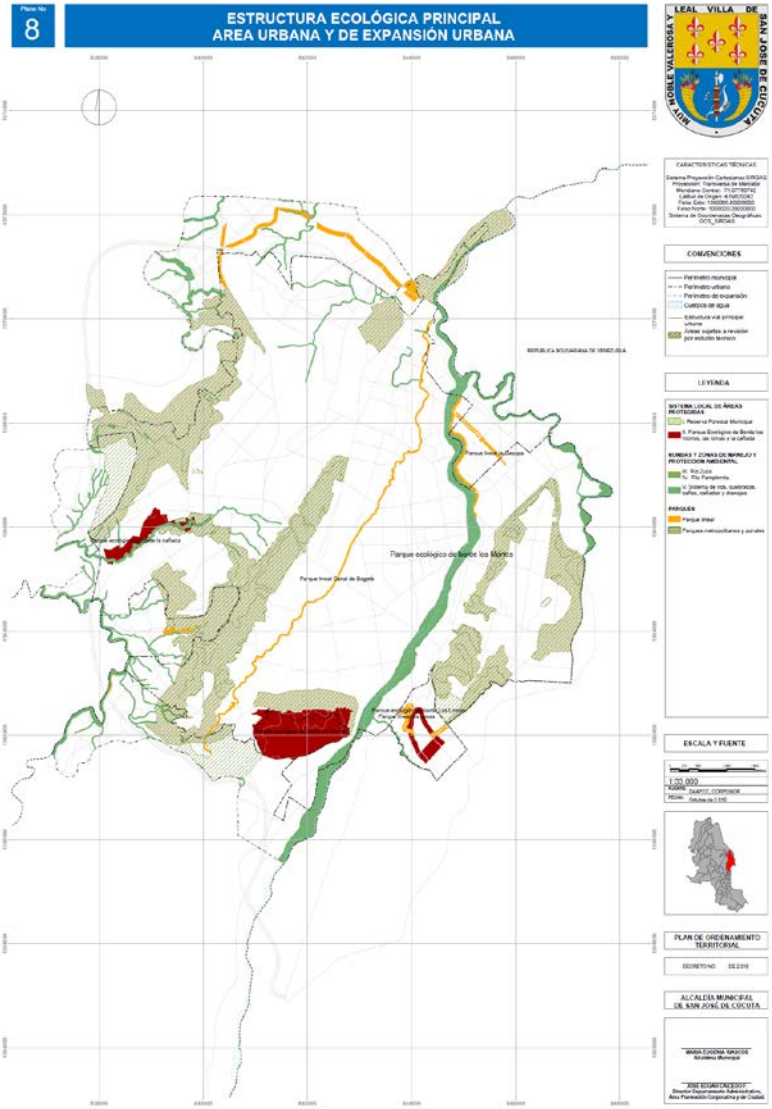


Figura 1.5.5. Parque Ecológico de borde La Cañada y Zona de Reserva Forestal Municipal Quebrada Seca, en Parques Metropolitanos y Zonales.

45.1.2.1. Rondas hídricas o áreas de entorno y protección de nacientes hídricas de corrientes naturales de agua de ríos, ciénagas, pantanos, embalses, lagunas y humedales en general. Son zonas de protección ambiental, restauración ecológica y manejo hidráulico, no edificables, de uso público, constituidas por una franja alrededor de los cuerpos de agua, que corresponde a las áreas inundables para el paso de la creciente por períodos de retorno. La zona de ronda será destinada al manejo hidráulico y en algunos casos a la restauración ecológica. Los únicos usos permitidos en las rondas hídricas son la preservación y la restauración de los ecosistemas nativos, las obras de control hidráulico y saneamiento hídrico, el forestal protector y la recreación pasiva. Conforme lo establecido en la Ley 1450 de 2011 Artículo 206 (Plan Nacional de Desarrollo): Rondas Hídricas: Corresponde a CORPONOR efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 del decreto Ley 2811 de 1974 y el área de protección o conservación aferente (Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho), para lo cual deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno Nacional. Las áreas de conservación o protección aferente son zonas de manejo y preservación ambiental y corresponden a la franja de terreno de propiedad pública o privada, contiguas a la ronda hidrica, destinadas principalmente a propiciar la adecuada transición entre las actividades de las áreas vecinas y la estructura ecológica, así como la restauración ecológica y la construcción de la infraestructura para el uso público ligado a la defensa y control del sistema hídrico. Los usos permitidos son la preservación y la restauración de los ecosistemas nativos, las obras de control hidráulico y saneamiento hídrico, el forestal protector y la recreación pasiva y activa.

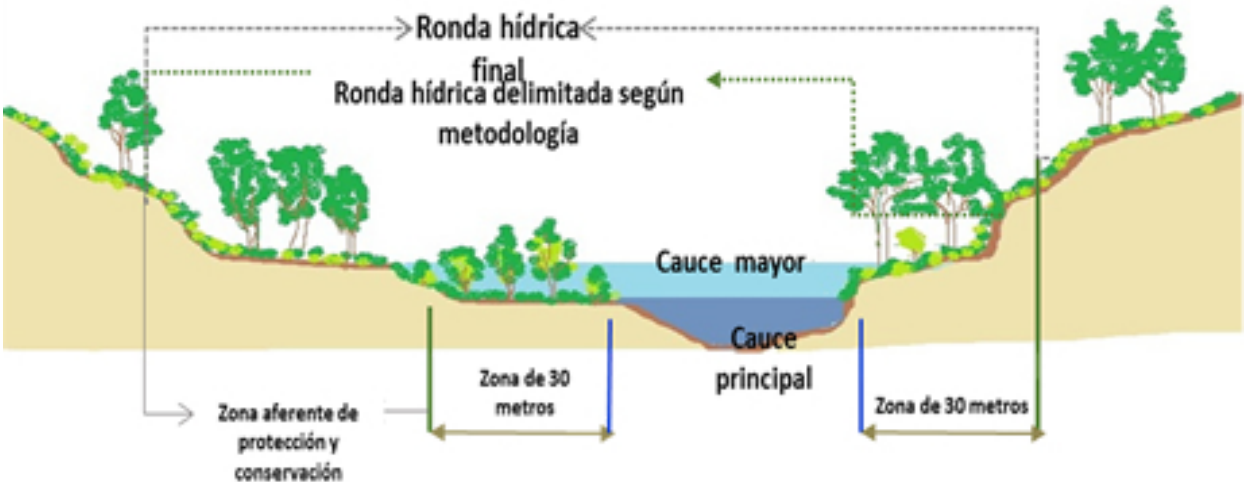


Figura 1.5.6. Cúcuta está en proceso de crecimiento y cada día son más las nuevas construcciones, Coorponor con la Alcaldía debe hacer la delimitación y alinderamiento de la ronda hídrica para la zona de desarrollo y crecimiento de la ciudad.

45.1.2.2. Ronda hídricas de quebradas, arroyos, caños y drenajes naturales en el área urbana y suelos de expansión. **Son zonas de protección ambiental, restauración ecológica y manejo hidráulico, de uso público, constituidas por una franja alrededor de cuerpos menores de agua, que ameritan su**

intervención para garantizar el manejo adecuado de las aguas de escorrentía, mediante obras de canalización, construcción de obras de protección, sedimentadores, gradas disipadoras o aquellas que resulten de estudios técnicos que deben elaborar los interesados en desarrollar los suelos urbanos o de expansión urbana con tratamiento de desarrollo, los cuales deben ser sometidos a consideración del el Departamento Administrativo Área Planeación Corporativa y de Ciudad, o la entidad que haga sus veces, autoridad que aprobará los diseños y los retiros exigibles, de acuerdo al área de manejo del caudal que se defina en los estudios respectivos. En todo caso, los retiros mínimos serán los siguientes:

Ancho sección canalización	Retiro exigible mínimo
Menor a dos (2.00) metros	Andenes a cada lado de tres (3) metros. De acuerdo a la pendiente del terreno, se permitirá el manejo con gradas disipadoras.
Superior a dos (2.00) metros e inferior a cuatro (4.00) metros.	Andenes a cada lado de tres (3) metros y contiguo a éstos via vehicular- peatonal o por cicloruta con ancho mínimo de tres (3.00) metros, seguido de andenes de tres (3) metros. De acuerdo a la pendiente del terreno, se permitirá el manejo con gradas disipadoras.
Superior a cuatro (4.00) metros	Andenes a cada lado de tres (3) metros y contiguo a éstos vías vehiculares con ancho mínimo de seis (6.00) metros a cada lado, seguido de andenes de tres (3) metros

En todos los casos, los lotes colindantes deberán prever antejardines en las áreas colindantes a las zonas aquí descritas.

45.1.2.3. Parques lineales urbanos Ríos Pamplonita, Táchira y Quebrada Carmen de Tonchalá. Son zonas verdes lineales que siguen los principales componentes de la red hídrica de la ciudad, para incrementar la conexión ecológica entre los demás elementos de la Estructura Ecológica Principal y brindar servicios ambientales al medio urbano. La planificación, diseño y manejo de los Parques Lineales se orientará a:

1. La protección del ciclo hidrológico.
2. El incremento de la conectividad ecológica entre los distintos elementos de la Estructura Ecológica Principal.
3. El aumento de la permeabilidad y hospitalidad del medio urbano y rural al tránsito de las aves y otros elementos de la fauna regional que contribuyan a la dispersión de la flora nativa.
4. La incorporación de la riqueza florística regional a la arborización urbana.
5. La mitigación de los impactos ambientales propios de la red vial vecina.
6. La recuperación ambiental de los corredores de influencia de la red hídrica.
7. La provisión de un límite arcifinio para facilitar el control del crecimiento urbano ilegal sobre la red hídrica.
8. La provisión de espacio público para la recreación pasiva de las comunidades vecinas.
9. El embellecimiento escénico de la ciudad.



Figura I.5.7. Galería Riparia, (Aveiro - Urban Park, Portugal).

El régimen de usos de los parques lineales es el siguiente:

a. En la zona de manejo y preservación ambiental: Arborización urbana, protección de avifauna, ciclorutas, alamedas y recreación pasiva.

b. En la ronda hidráulica: forestal protector y obras de manejo hidráulico y sanitario.

Las franjas de retiro de los cuerpos de agua, si sus condiciones naturales, hidrológicas, topográficas, morfológicas y ambientales lo permiten, podrán ser diseñadas y construidas como espacios públicos, para la recreación y esparcimiento. Estos parques, se constituyen en las franjas de amortiguamiento para proteger el recurso hídrico, en elementos que conforman el sistema urbano- ambiental y en los elementos estructurantes de la ciudad y su entorno.

45.1.3. Parques. Forman parte de ésta categoría todos los parques urbanos y aquellos que se aprueben en planes parciales o instrumentos que los desarrollen, los parques ecológicos, incluyendo la zonas con pendientes superiores al 30% que por su condición no son urbanizables y todos aquellos espacios públicos urbanos surgidos de intervenciones en zonas de riesgo no mitigables. Se definen las siguientes categorías y tipos de parques, los cuales forman parte del sistema urbano ambiental.

- Parques o zonas verdes a nivel ciudad, incluye los espacios y zonas de cobertura regional y metropolitana.

- Parques o zonas verdes zonales o comunales.
- Parques o zonas verdes barriales, vecinales o de bolsillo.
- Parques sobre ejes medioambientales que comunican y articulan sectores urbanos y del área metropolitana. El manejo sobre éstos ejes está orientado a consolidar los cinturones verdes de protección, recuperar y crear franjas paisajísticas y corredores ambientales viales; Reservar, reponer e incrementar y completar la arborización y proteger las bóvedas arbustivas.

Los anteriores parques surgen de cesiones públicas surtidas a favor del Municipio por parte de urbanizadores o por afectaciones impuestas a los terrenos por la misma autoridad, en los términos descritos por la Ley 9 de 1989, siempre que dichos espacios sean reconocidos como de servicio recreativo comunal, eventos en que se adelantarán los procesos de declaratoria de utilidad pública y enajenaciones para permitir el saneamiento de los bienes a favor del Municipio como garante de la protección de los bienes de la unión.

Artículo 34.- Modifícase el Artículo 59 del Acuerdo 0083 de 2001, el cual quedará de la siguiente manera:

Artículo 59. Áreas de Expansión Urbana Integrales (Zonas de Expansión Urbana).

Definición. Las Áreas de Expansión Urbana Integrales señalan suelos en que potencialmente hay cobertura de servicios públicos, que permiten la ampliación futura del perímetro urbano, previa aprobación y adopción de los PLANES PARCIALES, PIDU o MACROPROYECTOS DE INTERES SOCIAL NACIONAL, instrumentos que deberán adoptar decisiones que permitirán o restingirán el uso o aprovechamiento de los suelos allí previstos. Se definen zonas para diversos usos, acordes a la localización de cada una de éstas y la demanda poblacional, que servirán de soporte básico para la formulación de los instrumentos normativos de planificación. Al interior de éstas zonas podrán surgir zonas potencialmente urbanizables y zonas que deberán ser sujetas de protección ambiental, todo conforme los resultados de estudios específicos que deben desarrollar los interesados, en concordancia con el Decreto 2181 de 2006, el Decreto 4300 de 2007, la Ley 1151 de 2007,el Decreto 4259 de 2007, el Decreto 4065 de 2008, y las demás normas que la reglamenten, modifiquen o sustituyan; asi como las normas que reglamentan los PIDU y MACROPROYECTOS DE INTERES SOCIAL NACIONAL.

Artículo 35.- Modifícase el Artículo 60 del Acuerdo 0083 de 2001, el cual quedará de la siguiente manera:

Artículo 60. Zonas de espacio público.

Constituidas por los elementos naturales o construidos destinados por su naturaleza uso o afectación, a la satisfacción de las necesidades urbanas colectivas. Estos elementos definen, estructuran y ordenan el desarrollo físico del suelo urbano y el suelo de expansión urbana, siguiendo los siguientes aspectos:

ZONA DE EXPANSION	USOS	DETERMINANTES PARA DESARROLLO	RESTRICCIONES DE USO
SECTOR PERACOS			
3.ZONA DE EXPANSION URBANA INTEGRAL QUEBRADA SECA	Residencial VIS, VIP Comercial Servicios Institucionales Dotacionales **Observación**: Destinar mínimo 50% del área útil para proyectos VIP y VIS; en todo caso el porcentaje mínimo de VIP debe ser del 25%.	- Servidumbre oleoducto de 20 metros - Ejes viales paralelos a la servidumbre del oleoducto con perfil de: • Calzadas de diez (10) metros • Andenes de tres (3) metros • Ciclo ruta de tres (3) metros - Proporcionar manejo adecuado de aguas de escorrentía mediante canales, colectores, sumideros y obras complementarias – definir plan de alcantarillado pluvial - - Sistema vial - Retiro por franjas de retiro obligatorio Ley 1228 de 2008, Artículo 9 del Decreto 4066 de 2008 y el Decreto 2976 de 2010 - Retiro de rondas de drenajes Decreto 2811 de 1974 y Ley 79 de 1986 (artículo 1 – literal b)	No se permitirá el desarrollo sobre - Zonas con pendientes mayores al 30% - Zonas con inestabilidad geológica y geotécnica - Zonas con rellenos entrópicos inestables - Zonas de retiro por rondas de ríos y drenajes - Zonas de retiro obligatorio por afectaciones viales, Ley 1228 de 2008 - Zonas de retiro obligatorio de servidumbres a oleoductos.
SECTOR EL PROGRESO			
4.ZONA DE EXPANSION URBANA INTEGRAL EL PROGRESO 1	Residencial Comercial Servicios Institucionales Dotacionales Industrial de bajo impacto, no contaminante **Observación**:. Destinar mínimo 50% del área útil para proyectos VIP y VIS; en todo caso el porcentaje mínimo de VIP debe ser del 25%.	- Proporcionar manejo adecuado de aguas de escorrentía mediante canales, colectores, sumideros y obras complementarias – definir plan de alcantarillado pluvial - - Sistema vial - Retiro por franjas de retiro obligatorio Ley 1228 de 2008, Artículo 9 del Decreto 4066 de 2008 y el Decreto 2976 de 2010 - Retiro de rondas de drenajes Decreto 2811 de 1974 y Ley 79 de 1986 (artículo 1 – literal b)	No se permitirá el desarrollo sobre - Zonas con pendientes mayores al 30% - Zonas con inestabilidad geológica y geotécnica - Zonas con rellenos entrópicos inestables - Zonas de retiro por rondas de ríos y drenajes - Zonas de retiro obligatorio por afectaciones viales, Ley 1228 de 2008
5.ZONA DE EXPANSION URBANA INTEGRAL EL PROGRESO 2	Residencial Comercial Servicios Institucionales Dotacionales **Observación**: Destinar mínimo 50% del área útil para proyectos VIP y VIS; en todo caso el porcentaje mínimo de VIP debe ser del 25%.	- Proporcionar manejo adecuado de aguas de escorrentía mediante canales, colectores, sumideros y obras complementarias – definir plan de alcantarillado pluvial - - Sistema vial - Retiro por franjas de retiro obligatorio Ley 1228 de 2008, Artículo 9 del Decreto 4066 de 2008 y el Decreto 2976 de 2010 - Retiro de rondas de drenajes Decreto 2811 de 1974 y Ley 79 de 1986 (artículo 1 – literal b)	No se permitirá el desarrollo sobre - Zonas con pendientes mayores al 30% - Zonas con inestabilidad geológica y geotécnica - Zonas con rellenos entrópicos inestables - Zonas de retiro por rondas de ríos y drenajes - Zonas de retiro obligatorio por afectaciones viales, Ley 1228 de 2008

Tabla I.5.1. Zonas de expansión urbana Integral Sector Peracos y Sector El Progreso.

a. Los bienes de uso público, es decir aquellos inmuebles de dominio público cuyo uso pertenece a todos los habitantes del territorio nacional, destinados al uso o disfrute colectivo.

b. Los elementos arquitectónicos, espaciales y naturales de los inmuebles de propiedad privada que por su naturaleza, uso o afectación satisfacen necesidades de uso público.

c. Las áreas requeridas para la conformación del sistema de espacio público en los términos establecidos en el **Decreto 1504 de 1998**. El destino de los bienes de uso público incluidos en el espacio público no podrá ser variado sino por el concejo municipal a través de los planes de ordenamiento territorial o de los instrumentos que los desarrollen aprobados por la autoridad competente, siempre que sean sustituidos por otros de características y dimensiones equivalentes o superiores. La sustitución debe efectuarse atendiendo criterios, entre otros, de calidad, accesibilidad y localización.

Los criterios del manejo del espacio público, están orientados a:

1- Crear, proteger, rescatar y mejorar el espacio público natural y construido, garantizando la prevalencia del interés general sobre el particular.

2- Valorar, preservar y recuperar los elementos naturales y ambientales.

3- Cualquier intervención en el espacio público, o en propiedad privada, se hará sin poner en riesgo o deteriorar los valores arquitectónicos, culturales, históricos, ambientales, paisajísticos de la ciudad y el municipio.



Fotografía I.5.18. El Kallang River park Project fue diseñado con una idea holística y sustentable con el principal objetivo de integrar el parque con el río. Una de las principales características de este proyecto de renovación y regeneración del canal de concreto (que existía) a un río de curso natural. Kallang río Bishan Park, en Singapur Diseñado por Atelier Dreiseeitl (Winner of World Landscape of the Year 2012).

4- Controlar los procesos de urbanización, parcelación y construcción en las áreas circunvecinas, en especial en las zonas aledañas a rondas de ríos, suelos de protección, retiros de canales, entre otros, garantizando la identidad del espacio público y del medio ambiente, así como las condiciones de habitabilidad, seguridad, salubridad y movilidad de todos los habitantes del municipio.

5- Hacer efectiva la obligación en los diseños arquitectónicos y proyectos urbanísticos y de construcción en general, la aplicabilidad de las normas de los elementos y condiciones de diseño que garanticen el desplazamiento de los discapacitados. Igualmente, estos proyectos deben garantizar la dotación de servicios públicos básicos de manera eficiente y la accesibilidad a los equipamentos colectivos.

6- Realzar el valor de los elementos que conforman el espacio público, en procura de un aprovechamiento racional recreativo, proteccionista y conservacionista. El espacio público está conformado por el conjunto de los siguientes elementos constitutivos y complementarios, conforme lo señala el Decreto 1504 de 1998:

A. Elementos Naturales. Dentro de estos elementos se encuentran: El sistema orográfico contemplado en el espacio público así como los cerros, zonas y sectores delimitados como zonas y áreas de Riesgo no mitigable, y en consecuencia no aptas para la localización de asentamientos humanos y otro tipo de edificaciones, El sistema hídrico, zonas de especial interés ambiental y paisajísticos del espacio público.
Estas zonas obedecen a estudios técnicos (geológicos, geotécnicos, hidrológicos) existentes o que se formulen o actualicen a nivel urbano y de expansión urbana, los cuales deberán ser aprobados por la Administración Municipal y/o por la entidad ambiental competente. Comoquiera que se hace necesario actualizar estudios dichas zonas se definen dentro del Plan de Usos como Zonas de Estudios hasta tanto no se adopten decisiones sobre la material.

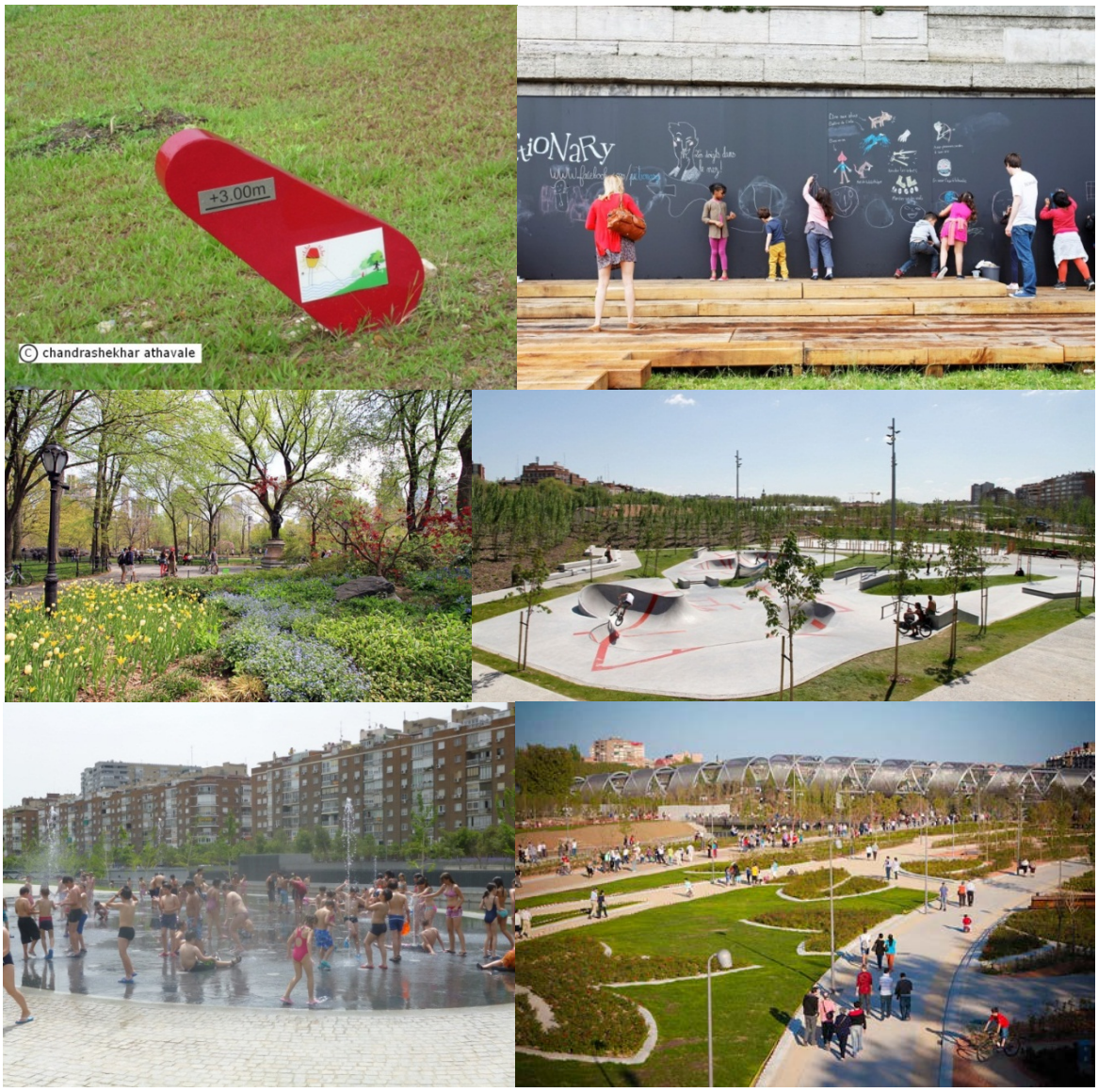
B. Elementos Construidos o Artificiales: Áreas de recreación y esparcimiento, nodos e hitos urbanos, parques públicos y parques cementerios públicos, las áreas integrantes del sistema de circulación peatonal y vehicular, áreas consideradas como articuladoras, áreas o elementos naturales o construidos, relacionados con la protección de los recursos naturales, Los elementos, áreas y sitios para la prevención de desastres construidos.

C. Elementos complementarios del espacio público. Se consideran elementos complementarios el amoblamiento urbano, los elementos de información y señalización que forman parte del espacio público, de conformidad con el Decreto 1504 de 1998.

Parágrafo 1: Forma parte integral del presente Acuerdo, el documento técnico que contiene las determinantes generales del sistema de espacio público, contenidas en el DOCUMENTO TÉCNICO FORMULACIÓN GENERAL Y URBANA – PARTE III. CAPITULO IV. ATRIBUTOS URBANOS - II. ESPACIO PÚBLICO.

Parágrafo 2: Autorícese al Señor Alcalde del Municipio para que en el término de dieciocho (18) meses contados a partir de la sanción del presente acuerdo, proceda a adoptar mediante Decreto Municipal el

MANUAL DE ESPACIO PÚBLICO para el Municipio de San José de Cúcuta, el cual entrará a formar parte integral del POT, documento que deberá elaborarse con apoyo del Departamento Administrativo Área Planeación Corporativa y de Ciudad, gremios, universidades, entre otros. Dentro de dicho documento se tendrán en cuenta las definiciones, componentes y normatividad del espacio público que regularan las intervenciones, en especial se dará tratamiento preferencial a los materiales producidos en la región. Dicho documento deberá contemplar el Manual de Arborización como instrumento de reglamentación de los elementos naturales del mobiliario urbano, el cual deberá identificar y determinar el tipo de especies a establecer en los diferentes sectores del espacio público.



Fotografías I.5.19. Elementos de espacio público, tomados de referentes ya construidos alrededor del mundo.

Artículo 80.- Modifícase el Artículo 124 del Acuerdo 0083 de 2001, el cual quedará de la siguiente manera:

Artículo 124. Del Plan de Movilidad.

Conforme el Artículo 1 de la Ley 1083 de 31 de Julio de 2006, con el fin de dar prelación a la movilización en modos alternativos de transporte, entendiendo por estos el desplazamiento peatonal, en bicicleta o en otros medios no contaminantes, así como los sistemas de transporte público que funcionen con combustibles limpios, es responsabilidad del Municipio formular y adoptar el Plan de Movilidad según los parámetros de que trata la ley. Conforme el Artículo 2 de la Ley 1083 de 2006, dichos planes de movilidad se deben adoptar mediante Decreto, tomando en cuenta los siguientes lineamientos:

a. Identificar los componentes relacionados con la movilidad, incluidos en el Plan de Ordenamiento Territorial, tales como los sistemas de transporte público, la estructura vial, red de ciclorrutas, la circulación peatonal y otros modos alternativos de transporte.

b. Articular los sistemas de movilidad con la estructura urbana propuesta en el Plan de Ordenamiento Territorial. En especial, se debe diseñar una red peatonal y de ciclorrutas que complemente el sistema de transporte, y articule las zonas de producción, los equipamientos urbanos, las zonas de recreación y las zonas residenciales de la ciudad, propuestas en el Plan de Ordenamiento Territorial.

c. Se deben considerar y cumplir los **ESTANDARES URBANÍSTICOS BÁSICOS NACIONALES** contenidos en el Decreto Nacional 798 de 11 de marzo de 2010, para el desarrollo de vivienda, equipamientos y espacios públicos necesarios para su articulación con los sistemas de movilidad, principalmente con la red peatonal y de ciclorrutas que complementen el sistema de transporte y las condiciones mínimas de los perfiles viales al interior del perímetro urbano. Así mismo, dichas normas aplicarán en suelos de expansión que formulen planes parciales de desarrollo u otros instrumentos de planificación (PIDUS o macroproyectos de interés social nacional). Por tanto, en el Decreto de adopción de cada plan parcial se hará constar el cumplimiento de estas determinantes. Estas disposiciones solo se aplicarán a las zonas y predios urbanizables no urbanizados sujetos a las actuaciones de urbanización a los que se les haya asignado el tratamiento urbanístico de desarrollo en suelo urbano o de expansión urbana. Las disposiciones del presente decreto también se aplicarán para la planificación, diseño, construcción y/o adaptación de las vías del perímetro urbano del municipio.

124.1. ESTÁNDARES URBANÍSTICOS. Se conciben como el conjunto de patrones de medida o referentes que orientan la planificación, diseño y construcción de los desarrollos de vivienda, equipamientos y espacios públicos, así como de los elementos que constituyen los perfiles viales. El Municipio de San José de Cúcuta, adopta los estándares urbanísticos como parámetro mínimo de calidad para la ejecución de las actuaciones urbanísticas relacionadas con el ordenamiento del territorio.

124.1.1 DEFINICIONES. Conforme el Art. 3 del Decreto 798 de 2010

124.1.2. ARTICULACIÓN DE LOS DESARROLLOS DE VIVIENDA CON LOS SISTEMAS DE MOVILIDAD. Se adoptan los siguientes estándares para el desarrollo de nuevos proyectos residenciales en zonas y predios urbanizables no urbanizados a los que se les haya asignado el tratamiento urbanístico de desarrollo en suelo urbano o de expansión urbana: a) El costado de mayor extensión de una manzana destinada a uso residencial será igual o inferior a 250 metros. b) Las manzanas se delimitarán por vías públicas peatonales o vehiculares. En todo caso, al menos dos de estas vías serán vehiculares. La dimensión mínima de la franja de circulación peatonal será la establecida en el artículo 8º del Decreto 798 de 2010.

124.1.3. ARTICULACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO CON LOS SISTEMAS DE MOVILIDAD. Los parques, zonas verdes y plazas públicas que se desarrollen en zonas y predios urbanizables no urbanizados a los que se les haya asignado el tratamiento urbanístico de desarrollo en suelo urbano o de expansión urbana, se podrán delimitar por vías públicas peatonales o vehiculares, garantizando la continuidad de la franja de circulación peatonal. Las dimensiones mínimas del andén y de la franja de circulación peatonal serán las establecidas en el artículo 8o del decreto 798 de 2010.

124.1.4. ARTICULACIÓN DE LAS ÁREAS DESTINADAS A EQUIPAMIENTOS CON LOS SISTEMAS DE MOVILIDAD. Se adoptan los siguientes estándares para la articulación de las áreas destinadas a equipamientos con los sistemas de movilidad en zonas y predios urbanizables no urbanizados a los que se les haya asignado el tratamiento urbanístico de desarrollo en suelo urbano o de expansión urbana:

a) Todos los nuevos equipamientos resultantes de procesos de urbanización deberán estar rodeados totalmente con vías públicas peatonales o vehiculares. **La dimensión mínima de la franja de circulación peatonal será de 1.60 metros**.

b) De los equipamientos resultantes de procesos de urbanización, al menos uno deberá estar conectado con un parque, plaza o zona verde derivada de la cesión urbanística obligatoria.

124.1.5. ELEMENTOS DE LOS PERFILES VIALES. En la planificación, diseño, construcción y/o adaptación de las vías del perímetro urbano, el municipio podrá establecer que los perfiles viales vehiculares se conformen como mínimo por el andén y la calzada.

Adicionalmente, los diseños podrán contener los componentes del perfil vial señalados en el literal a) numeral 2 artículo 5o del Decreto 1504 de 1998 o norma que lo adicione, modifique o sustituya.

La vía de circulación peatonal se podrá conformar como mínimo por la franja de circulación peatonal y la franja de amoblamiento.

PARÁGRAFO. Los elementos del perfil de los pasos urbanos se sujetarán a las reglamentaciones que sobre fajas de retiro expida el Gobierno Nacional, según lo dispuesto por la Ley 1228 de 2008.

124.5. ESTÁNDARES PARA LOS ANDENES. Se adoptan los siguientes estándares para la planificación, diseño, construcción y/o adaptación de los andenes de las vías del perímetro urbano:

a) El andén se compone de la franja de circulación peatonal y de la franja de amoblamiento.

b) La dimensión mínima de la franja de circulación peatonal de los andenes será de 1.20 metros.

c) La dimensión mínima de la **franja de amoblamiento cuando se contemple arborización será de 1.20 metros** y sin arborización 0.70 metros.

d) Para el diseño y la construcción de vados y rampas se aplicará en lo pertinente la Norma Técnica Colombiana NTC 4143 “Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, Rampas Fijas”.

e) Para orientar el desplazamiento de las personas invidentes o de baja visión en el diseño y construcción de los andenes se aplicará, en lo pertinente, la Norma Técnica Colombiana NTC 5610 “Accesibilidad de las personas al medio físico. Señalización Táctil”.

124.1.6. ESTÁNDARES PARA LAS CICLORRUTAS. Para garantizar la seguridad, comodidad y maniobrabilidad de los usuarios de las ciclorrutas, se adoptan los siguientes estándares para la planificación, diseño, construcción y/o adaptación de las ciclorrutas en el perímetro urbano:

a) La ciclorruta hará parte integral del perfil vial de las vías que determine el correspondiente plan de movilidad y en todos los casos su dimensión será independiente a la del andén o la calzada.

b) **El ancho mínimo de las ciclorrutas será de 1.20 metros por cada sentido.**

c) La ciclorruta debe estar **aislada de la calzada vehicular mínimo a 0.60 metros** de distancia. Cuando la ciclorruta se proyecte a nivel del andén, se debe garantizar una distancia mínima de 0.60 metros libre de obstáculos sobre la franja de amoblamiento.

d) Se debe mantener la continuidad en las ciclorrutas mediante la instalación de elementos necesarios que superen los cambios de nivel.

124.1.7. ESTÁNDARES PARA EL CARRIL. Se adoptan los siguientes estándares para la planificación, diseño, construcción y/o adaptación de los carriles de las vías del perímetro urbano:

a) En las vías urbanas los anchos de carriles sin transporte público colectivo tendrán una dimensión mínima de 3.00 metros.

b) En las vías urbanas los anchos de **carriles con transporte público colectivo tendrán una dimensión mínima de 3.20 metros.**

c) Cuando se planteen carriles de aceleración o desaceleración, la dimensión mínima de estos será de 3.00 metros. Tratándose de pasos urbanos la dimensión mínima será de 3.65 metros.

d) Cuando los carriles sean de uso mixto tendrán una dimensión mínima de 3.20 metros.

e) Cuando se contemple **carril de estacionamiento paralelo a la vía, su ancho mínimo será de 2.50 metros.** En los pasos urbanos no se permitirá carril de estacionamiento paralelo a la vía.

124.1.8. ESTÁNDARES PARA LOS CRUCES PEATONALES A DESNIVEL. Se adoptan los siguientes estándares para la planificación, diseño, construcción y/o adaptación de los cruces peatonales a desnivel, de las vías del perímetro urbano:

a) Para el diseño y construcción de los elementos de protección de los cruces a desnivel, puentes y túneles peatonales, se aplicará en lo pertinente la Norma Técnica Colombiana NTC 4201 “Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Equipamientos. Bordillos, pasamanos y agarraderas”.

b) El Gálibo para puentes peatonales sobre pasos urbanos tendrá una altura mínima de 5.00 metros.

c) El Gálibo para puentes peatonales sobre vías férreas tendrá una altura mínima de 5.50 metros.

Ley 1228 de 2008

Artículo 2°. Zonas de reserva *para carreteras de la red vial nacional*. Establécense las siguientes fajas de retiro obligatorio o área de reserva o de exclusión para las carreteras que forman parte de la red vial nacional:

1. Carreteras de primer orden sesenta (60) metros.
2. Carreteras de segundo orden cuarenta y cinco (45) metros.
3. Carreteras de tercer orden treinta (30) metros.

Parágrafo. El metraje determinado en este artículo se tomará la mitad a cada lado del eje de la vía. En vías de doble calzada de cualquier categoría la zona de exclusión se extenderá mínimo veinte (20) metros a lado y lado de la vía que se medirán a partir del eje de cada calzada exterior.

Ley 79 de diciembre 30 de 1986, por la cual se provee a la conservación del agua, decreta en su artículo 1: *Decláranse áreas de reserva forestal protectora, para la conservación y preservación del agua, las siguientes:*

a*) Todos los bosques y la vegetación natural que se encuentren en los nacimientos de agua permanentes o no, en una extensión no inferior a doscientos (200) metros a la redonda, medidos a partir de la periferia.*

b) Todos los bosques y la vegetación natural existentes en una franja no inferior a cien (100) metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos, lagunas, ciénagas o depósitos de agua que abastezcan represas para servicios hidroeléctricos o de riego, acueductos rurales y urbanos, o estén destinados al consumo humano, agrícola, ganadero, o la acuicultura o para usos de interés social.

I.5.5. DESARROLLO URBANO

La ocupación ilegal de inmuebles es un hecho que parte del componente social, ligado al poco acceso a los recursos para adquirir vivienda, producto de la posición geográfica. A la ciudad todos vienen en busca de oportunidades y por ser localidad importante de frontera tiene consecuencias que se salieron del control.

La economía de la ciudad prácticamente se ha desplomado en los años recientes, pues es muy sensible a las fluctuaciones del Bolívar, la moneda del vecino país. La industria es mínima y el comercio está a merced del contrabando con el flujo abierto de combustibles y productos cuyos precios son inauditos para el aparato productivo local y los negocios autóctonos.

Muchos habitantes de los asentamientos proceden de otras ciudades colombianas. Llegan desplazados por la violencia. El cordón de miseria y de descomposición está fuera del perímetro urbano. Cúcuta tiene 13.300 predios que deben titularse. De esa cifra, 3200 serán títulos gratuitos. Un alto porcentaje de los ocupantes están en riesgo y no pueden titularse. Cuatrocientos corresponden a asentamientos sobre caños, cañadas, anillos y bordes, y afrontan riesgos no mitigables.

Cúcuta, en los últimos años, se ha tugurizado; tanto por las invasiones como por las edificaciones de cerca de 40 m^2. que se desarrollan actualmente (Wikipedia redirige la palabra Tugurio como un **asentamiento irregular, asentamiento informal o infravivienda**). Los cerros periféricos muestran un panorama de pobreza envuelto en plásticos verdes. Los ranchos construidos a la mansalva son de tablas, con techos de cartón y pisos de tierra. En esas covachas solo pueden cohabitar la miseria, la estrechez, la desgracia y la desdicha. Los carteles de las 'invasiones' acaban con los cerros cucuteños Rafael Antonio Pabón.

Otra definición de tugurio, es un lugar mal acondicionado para vivir o para estar.

También, Un **arrabal** (del árabe hispánico *arrabáḍ*, y este del árabe clásico *rabaḍ*) es una agrupación orgánica (sin planeamiento urbanístico previo) de viviendas y comercios, normalmente asociado a clases bajas. El término se aplica normalmente para definir los **crecimientos descontrolados que tuvieron lugar en las ciudades europeas durante la Edad Media**. Cuando el territorio encerrado por las murallas

comenzaba a escasear surgían viviendas en torno a las puertas, los caminos principales que partían de los núcleos de población y en torno a los nuevos monasterios que se fundaban allende las murallas. Posteriormente se hacía necesaria la construcción de una nueva muralla, más amplia, y los arrabales quedaban incluidos en la ciudad como barrios.

Los arrabales han existido siempre, ya que forman parte del desarrollo de los núcleos de población. Actualmente utilizamos términos más concretos, distinguiendo por ejemplo "urbanizaciones", "polígonos", "ensanches" o "parques de actividades" para definir crecimientos planificados, o "barriadas", "suburbios", etc, para referirnos a áreas degradadas del límite de la ciudad, olvidando u obviando que el crecimiento sea o no controlado. Cuando es descontrolado, en los países desarrollados suele deberse al desarrollo en viviendas unifamiliares, pero aun en este caso se aplica una normativa concreta (planes o normas específicas) de ámbito Municipal.
En definitiva, es un terreno donde se establece una persona o una comunidad que está fuera del margen de los reglamentos o las normas establecidas por las autoridades encargadas del ordenamiento urbano.

PROGRAMA DE TITULACIÓN DE PREDIOS FISCALES VIS

Según estudios del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), en Colombia más del 40% de las familias ha tenido que acudir a la ocupación ilegal de predios de propiedad de las entidades y organismos públicos como un mecanismo para satisfacer su necesidad de vivienda.

Con el fin de dar una respuesta efectiva a esta situación, Colombia y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) suscribieron el 31 de marzo de 2008 el Convenio de Préstamo BID 1951/OC-CO para cooperar en la ejecución del Programa de Consolidación de la Política de Vivienda de Interés Social y Desarrollo Territorial, el cual tiene como objetivo optimar la calidad de vida de las familias de recursos escasos a través del acceso a mejores condiciones habitacionales y de entorno, siendo uno de sus componentes la Titulación de Predios Fiscales.

Este componente tiene como objetivo la titulación de predios fiscales urbanos ocupados con vivienda de interés social, mediante la cesión a título gratuito de que trata el artículo 2º de la Ley 1001 de 2005. En esa perspectiva se financia las actividades de actualización e identificación catastral, así como el registro de los actos administrativos de transferencia del derecho de dominio.

Las entidades públicas, a través de un acto administrativo, transfieren la propiedad de sus predios fiscales urbanos ocupados ilegalmente con vivienda de interés social a sus poseedores, mediante la cesión a título gratuito definida en el artículo 2º de la Ley 1001 de 2005.

El 22 de Mayo de 2012, se dio inicio a las brigadas para la Titulación Gratuita de predios por parte de la Alcaldía de San José de Cúcuta y Metrovivienda.

Norte de Santander. Estado del catastro vigencia 2012

#	ID	MUNICIPIO	ZONA URBANA					ZONA RURAL					TOTAL			
			VIGENCIA DE LA ACTUALIZACIÓN	PREDIOS	%(PREDIOS/TOTAL URBANO)	AVALÚO(MILLONES DE PESOS)	% (AVALÚO/TOTAL URBANO)	VIGENCIA DE LA ACTUALIZACIÓN	PREDIOS	%(PREDIOS/TOTAL RURAL)	AVALÚO(MILLONES DE PESOS)	% (AVALÚO/TOTAL RURAL)	PREDIOS	%(PREDIOS/TOTAL PREDIOS)	AVALÚO(EN MILLONES DE PESOS)	% (AVALÚO/TOTAL AVALÚO)
1	54001	CUCUTA	2012	209.946	59,5%	$13.236.143	83,4%	2008	7.406	7,9%	$80.670	11,6%	217.352	48,6%	$13.316.813	80,4%

Norte de Santander. Histórico de predios y avalúo Vigencias años 2010 a 2012.

MUNICIPIO	CÓDIGO	AÑO	ZONA URBANA			ZONA RURAL			TOTAL	
			VIGENCIA DE LA ACTUALIZACIÓN	PREDIOS	AVALÚO (MILLONES DE PESOS)	VIGENCIA DE LA ACTUALIZACIÓN	PREDIOS	AVALÚO (MILLONES DE PESOS)	PREDIOS	AVALÚO (MILLONES DE PESOS)
CUCUTA	54001	2010	2005	197.039	$3.780.534	2008	5.526	$78.011	202.565	$3.858.545
	54001	2011	2005	199.756	$3.947.267	2008	5.786	$78.211	205.542	$4.025.478
	54001	2012	2012	209.946	$13.236.143	2008	7.406	$80.670	217.352	$13.316.813

Tabla I.5.2. El Catastro, herramienta para el Ordenamiento Territorial, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI 2012

Ciudad	Estrato - % viviendas						
	Uno	Dos	Tres	Cuatro	Cinco	Seis	Total
Bogotá D.C.	6,9	35,6	35,6	13,6	4,7	3,7	100,0
Medellín	10,9	34,6	29,7	11,6	8,6	4,6	100,0
Cali	16,6	27,0	32,2	12,6	8,7	3,0	100,0
Barranquilla	31,1	21,7	24,9	13,0	5,3	4,1	100,0
Bucaramanga	14,5	19,6	25,4	31,6	3,2	5,7	100,0
Cartagena	36,3	30,9	17,7	6,5	3,7	4,8	100,0
Cúcuta	**26,3**	**41,9**	**20,0**	**9,8**	**1,9**	**0,1**	**100,0**
Pereira	15,6	33,1	18,9	15,5	10,4	6,5	100,0
Ibagué	18,0	47,4	23,3	9,5	1,5	0,4	100,0
Manizales	10,0	24,4	38,4	14,3	4,9	8,0	100,0
Pasto	22,5	42,7	23,6	8,5	2,7	0,0	100,0
Villavicencio	21,8	29,3	38,3	6,9	2,8	0,9	100,0
Armenia	22,2	26,6	30,3	10,0	9,5	1,5	100,0

Tabla I.5.3. Distribución del total de viviendas según estrato socioeconómico (Según el servicio de energía eléctrica) Marzo de 2013, Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos - Sistema Único de Información de Servicios Públicos, SUI.

Los establecimientos informales por lo general son densos asentamientos que abarcan a comunidades o individuos albergados en viviendas autoconstruidas bajo deficientes condiciones de habitabilidad. Se forman por ocupaciones espontáneas de terrenos, públicos o privados, sin reconocimiento legal, expandiendo los bordes de las ciudades en terrenos marginados que regularmente están en los límites de las zonas urbanas, o en terrenos con elevados riesgos para las viviendas allí asentadas (laderas de altas pendientes, terrenos poco estables, zonas inundables en las márgenes de ríos y quebradas).

Típicamente son el producto de la necesidad urgente de obtención de vivienda de las comunidades urbanas de escasos recursos económicos, o de migrantes llegados de zonas rurales, empujadas a abandonar sus tierras por múltiples motivos, y al no existir, generalmente, políticas que habiliten a estas personas a adquirir por medios legales, viviendas dignas.

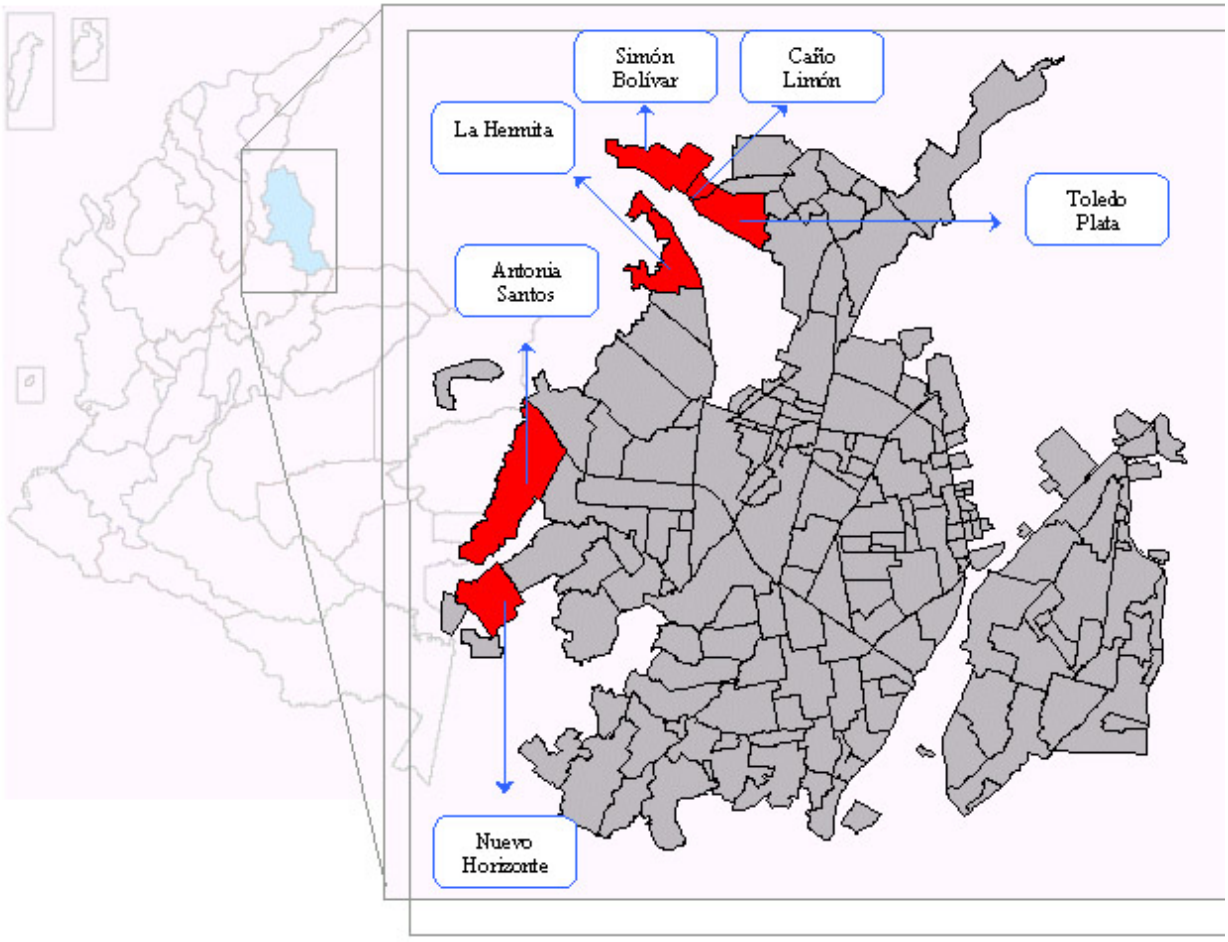


Figura I.5.8. Ubicación de asentamientos informales en la Ciudad de Cúcuta, Diagnóstico de Población Desplazada y Comunidades de Recepción en Seis Departamentos de Colombia. OIM.

El surgimiento de los asentamientos informales tiene varias causas, uno se los principales es la poca fuerza que dedican al tema del ordenamiento territorial los gobiernos locales y regionales que generalmente no tiene propuestas válidas para ofreces soluciones habitacionales a las poblaciones de baja renta y a los migrantes que continuamente llegan de las áreas rurales a hinchar los cordones periurbanos. Estas áreas se caracterizan por poseer un nivel muy rápido de desarrollo, no estructurado y no planeado.

A escala global, los asentamientos informales son un problema significativo, especialmente para los propios habitantes, quienes al no poseer su propiedad formalmente ven limitadas sus perspectivas de progreso futuro y a menudo conllevan, en la vida cotidiana, mayor presupuesto de mantenimiento que una vivienda de asentamiento formal.

Un informe de la Comisión de la Seguridad Social de las Naciones Unidas de 1986 indicó que entre un 30 y un 60 por ciento de los residentes de las ciudades más grandes de los países subdesarrollados viven en asentamientos irregulares, lo cual evidencia que los asentamientos informales, presentes en distintos países del mundo, ya no son conceptuados como lo han sido tiempo atrás, como guaridas de maleantes, ladrones o drogadictos y narcotraficantes, para ser hoy en día, poblaciones negadas de sus derechos elementales.

Según la percepción de las instituciones en cuanto a **las causas del desplazamiento durante los últimos años, 26% de los actores institucionales citan las acciones de los grupos de autodefensa como la principal causa del desplazamiento** y un porcentaje igual cita el combate, seguido del temor a la violencia generalizada (19%), acciones de la guerrilla (14%), fumigación (7%), pobreza extrema (4%), desastres naturales (2%) y acciones del ejército (2%).

En la ciudad capital, los barrios identificados como áreas de alta concentración están ubicados en las afueras de Cúcuta, y algunos comprenden municipios legalmente diferentes, los cuales actualmente es difícil diferenciar de Cúcuta debido a un crecimiento urbano acelerado y desordenado.

Los cerros periféricos muestran un panorama de pobreza envuelto en plásticos verdes. Los ranchos construidos a la mansalva son de tablas, con techos de cartón y pisos de tierra. En esas covachas (viviendas pequeñas, pobres e incómodas) sólo pueden cohabitar la miseria, la estrechez, la desgracia y la desdicha. En la ciudad ha prevalecido la informalidad en cuanto a vivienda. Hay estudios que señalan que casi el 70 por ciento de la ciudad se ha formado por ocupaciones ilegales. En los últimos años, la capital de Norte de Santander ha visto el nacimiento de 15 asentamientos.

Los asentamientos han crecido, según Metrovivienda. “En el anillo vial no había nadie y ahora está poblado el cerro. En la medida que avanza el progreso la gente invade los terrenos. Los ocupantes de hecho tienen y se dan los medios para llevar los servicios. Se encuentran regueros de mangueras, instalaciones piratas desde los postes de la energía. Después de cierto tiempo, si la autoridad no ha ejercido la función y no ha desalojado, las empresas empiezan a evitar lo que sería un robo de la luz, la energía o del agua”.

En agosto de 2013, en total, 1.495 familias recibieron de manos del Alcalde los títulos de propiedad de los terrenos en los que venían viviendo, en algunos casos, desde hace más de 15 años. "A partir de ahora, estos barrios pasarán a gozar de los privilegios de la legalidad, entre los que se destacan el poder acceder a todos los servicios públicos", dice el Alcalde.

En el último año, según La Secretaria de Gobierno Municipal, se han establecido 15 invasiones de terreno en distintos sectores de Cúcuta, en especial en los cerros del Anillo Vial Occidental.

Los lugares objeto de ocupación ilegal son, entre otros:

-Nueva Esperanza (18 de enero).
-El Progreso (8 de febrero).
-Torcoroma (16 de abril).
-Nueva Esperanza (16 de abril).
-La Ínsula (17 de abril).
-Brisas de los Andes (11 de mayo).
-María Gracia (28 de mayo).
-Lote de la avenida 3 con calle 18, San Luis y Nueva Esperanza (reincidente).
-La Conquista.

La Alcaldía de Cúcuta impulsa tres proyectos para dar solución a este problema que toca a millares de familias. A estos se suman las 2400 soluciones habitacionales prometidas por el Gobierno, en cumplimiento del programa de vivienda para los colombianos. Estos planes se desarrollarán en el suelo incorporado recientemente al perímetro urbano, por parte de la administración municipal. Los trabajos se adelantarán mediante Alianzas Público Privadas.

1.- En la zona de El Rodeo. Está al frente la firma Cemex Colombia.
2.- Alcaldía - Ciudadela Los Estoraques, en el Progreso.
3.- Urbanización Cormoranes, Quebrada Seca.

Soluciones de vivienda de interés social, en la ciudadela de Juan Atalaya.

La Ciudadela Los Estoraques localizado en la parte occidental de la ciudad, continuo al barrio Palmeras, La Quebrada la Cañada y el Megacolegio de El Progreso, en la comuna No. 8 de la Ciudadela de Juan Atalaya. Está compuesto por 6.000 apartamentos, con áreas comerciales, conectado con una doble calzada al anillo vial occidental actualmente en construcción, en lo que será la nueva cara del sector occidental de la ciudad.

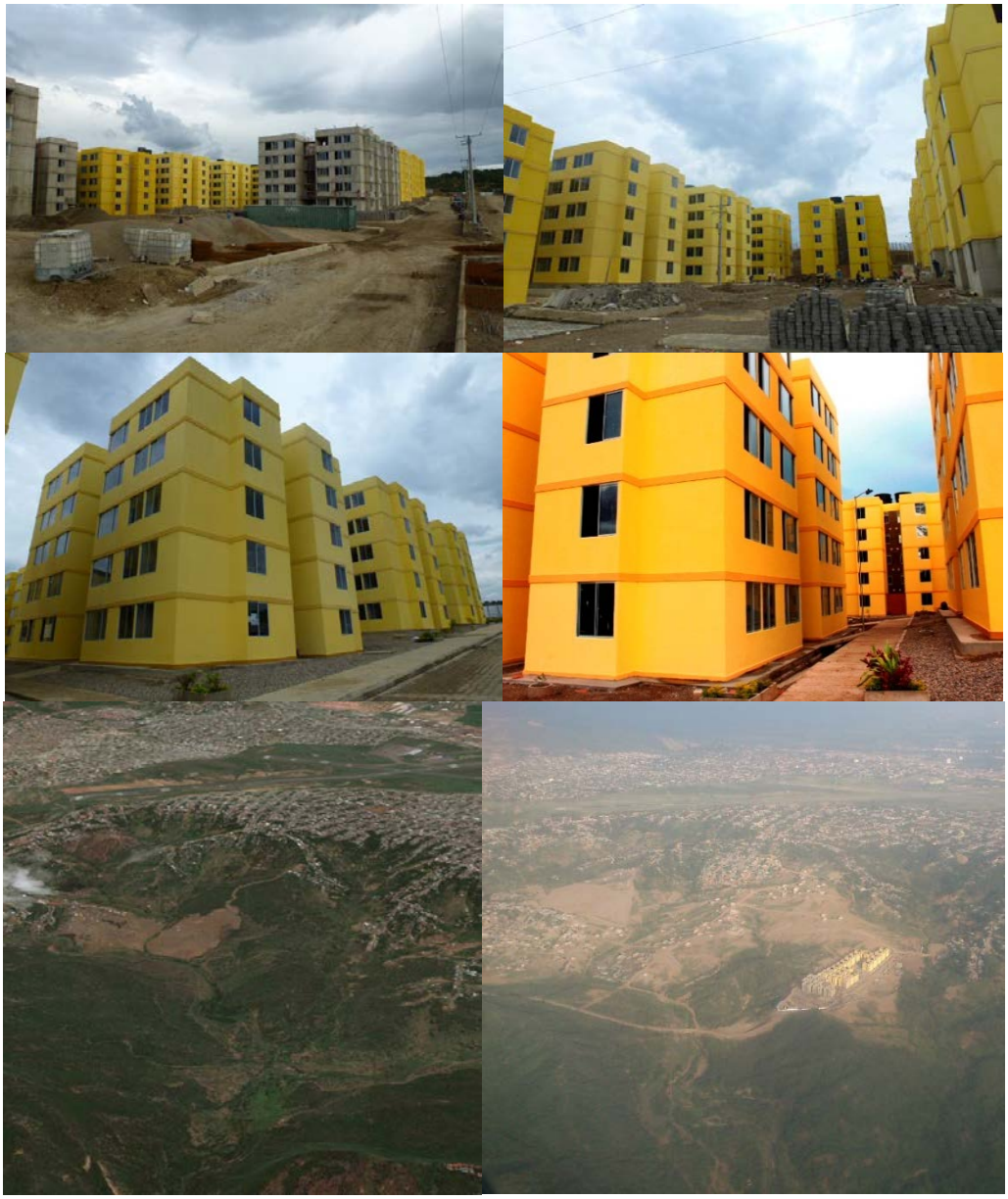
El plan de vivienda Alcaldía-Los Estoraques ofrece dos (2) tipos de apartamentos construidos en 300 edificios de 5 pisos de altura, un apartamento de (2) alcobas de 32 M2 con sala, comedor, cocina lavadero y baño y otro de (3) alcobas de 41 M2 igualmente con su sala, comedor, cocina, lavadero y

baño. Cuenta con un (1) parqueadero por cada cuatro (4) apartamentos para un total de 1.300 unidades de parqueo, vías pavimentadas y vías peatonales.



Fotografías I.5.20. Ciudadela los Estoraques, Quebrada La Cañada

En este sector (Cormoranes), la gente está viendo otra calidad de vida, al tiempo que el Municipio ha incorporado los terrenos, trae servicios públicos de acueducto y energía eléctrica. De la mano se están haciendo vías, que van a desarrollar el anillo vial occidental con las urbanizaciones, calles que según la Administración Municipal, se entregarán pavimentadas.



Fotografías 1.5.21. Urbanización Cormoranes, Quebrada Seca.

Lo que se está logrando con las viviendas de interés prioritario, es que se conviertan en murallas contra el desorden. Un análisis del sector de Estoraques, de Cemex o Cormoranes, muestra que alrededor hay invasiones, y los proyectos urbanísticos, se están convirtiendo en una gran barrera para que las invasiones no avancen.

I.5.6. ESTADO DEL ARTE

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) se encuentran dentro de las nuevas estrategias empleadas para mejorar el funcionamiento y desarrollo urbano sostenible de las ciudades. El crecimiento urbanístico desaforado ha generado un aumento de las superficies impermeables en el entorno de las urbes, lo cual genera y acrecienta los problemas relacionados con el drenaje y la gestión del agua pluvial.

Se plantean tres aspectos relacionados con esta problemática: cantidad, calidad y servicio.

1. Cantidad: el aumento de las superficies impermeables en el entorno de las ciudades hace que la cantidad de agua de escorrentía aumente y sea un problema para las infraestructuras que se dimensionan sin tener en cuenta los desarrollos futuros.

2. Calidad: las aguas pluviales van perdiendo calidad a medida que avanzan en su camino a través de las diferentes infraestructuras de drenaje.

3. Servicio: la disminución de superficies naturales y espacios abiertos en pro de nuevas zonas urbanas de edificación repercute directamente en la calidad del espacio urbano y en el servicio ofrecido por la ciudad a la sociedad, afectando negativamente a la estética en el entorno.

Inundaciones:

Uno de los problemas, tal vez el más importante y visible, derivado de la impermeabilización de las zonas urbanas es la formación de inundaciones localizadas tras eventos de lluvia. Estas inundaciones se producen por el criterio de diseño tradicional de evacuar el agua caída en las superficies impermeables de nuestras ciudades lo antes posible. Este criterio es, precisamente, el que hace que los sistemas convencionales de gestión de las aguas pluviales fallen, produciendo en aquellos puntos más bajos de la ciudad inundaciones de carácter local por la acumulación de una cantidad enorme de agua en un pequeño periodo de tiempo, agua que no es capaz de gestionar el dispositivo de drenaje dispuesto, ya sea por tener un diseño inferior al requerido para el volumen acumulado, o por la falta de mantenimiento, lo cual hace que su funcionamiento no sea el correcto.

El dimensionamiento de las infraestructuras de drenaje siempre se podría adecuar a un volumen mayor, pero el costo crecería de forma progresiva y el precio de la obra acabaría por ser inabordable.

En cuanto a la falta de mantenimiento, esta debe ser evitada por parte de las autoridades competentes dedicando el dinero necesario para esta tarea, todos los años. Dinero para llevar a cabo tanto las labores de mantenimiento propiamente dichas, como campañas de concienciación de la ciudadanía que sirvan de medidas preventivas.

Contaminación difusa:

Otra de las consecuencias que sufre el medio como fruto de la impermeabilización de los entornos urbanos, es la pérdida de calidad de las aguas de lluvia y su vertido, muchas veces descontrolado y deslocalizado, que genera la conocida como contaminación difusa. Así, se va perdiendo calidad en las aguas a medida que se va recorriendo el camino descrito por los sistemas de drenaje tradicional, esto hace que un agua casi limpia de lluvia se convierta en un agua contaminada a depurar antes de su vertido al medio receptor.

Desnaturalización:

Con la creciente presión urbanística, es cada vez más escasa la masa verde que se puede encontrar dentro de las ciudades y en su entorno; es decir, cada vez es más habitual encontrar un número de zonas verdes naturales menor y las que hay son artificiales y prácticamente impermeables, por lo que se tiende a una desnaturalización completa del área urbana. Esta desnaturalización e impermeabilización de las superficies hace que el ciclo natural del agua se vea alterado de una forma muy importante, convirtiendo a las ciudades en zonas cuasi-desérticas. Se pierde riqueza visual, se impide la recarga de acuíferos, que sirven de reserva de agua para el consumo humano, y se genera el efecto isla de calor, que hace que las temperaturas en verano se incrementen en el interior de la ciudad, efectos que suponen un contra-servicio para los ciudadanos.

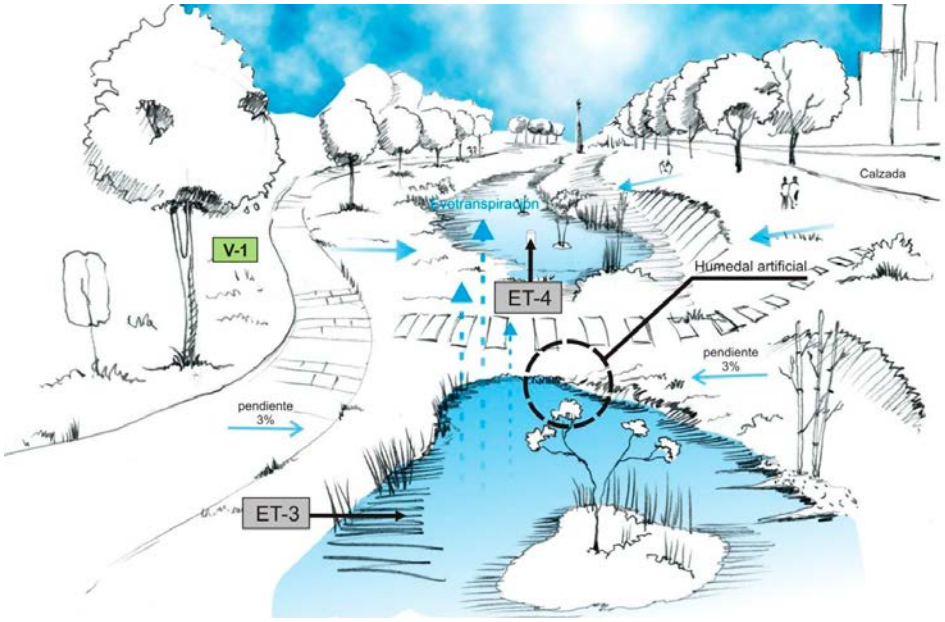


Figura I.5.9. Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS), Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá.

Todos estos inconvenientes repercuten a nivel medioambiental, económico y social, por lo que es necesario tomar medidas innovadoras para paliar los problemas asociados a la gestión del agua de lluvia

en las ciudades. Es por ello que es importante que la urbanización sea sostenible, equilibrando los aspectos cuantitativos, cualitativos y de servicio.

Tomando como base el triángulo de la sostenibilidad, concepto adoptado en la cumbre de Río de 1992 como consecuencia del trabajo realizado por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, y plasmado en el documento llamado "Informe Brundtland (1987)", se plantea un nuevo enfoque en el diseño del drenaje urbano. El desarrollo sostenible tiene como fundamento el considerar para el desarrollo los aspectos económicos, sociales y medioambientales, de forma que los tres puedan coexistir simultáneamente. Al abrigo de este pensamiento, se plantea para el diseño de las ciudades desde el punto de vista del drenaje, el triángulo de la sostenibilidad en el drenaje urbano, consistente en considerar equilibradamente en el diseño los aspectos relacionados con la cantidad de agua, su calidad y el servicio que ofrece a la sociedad

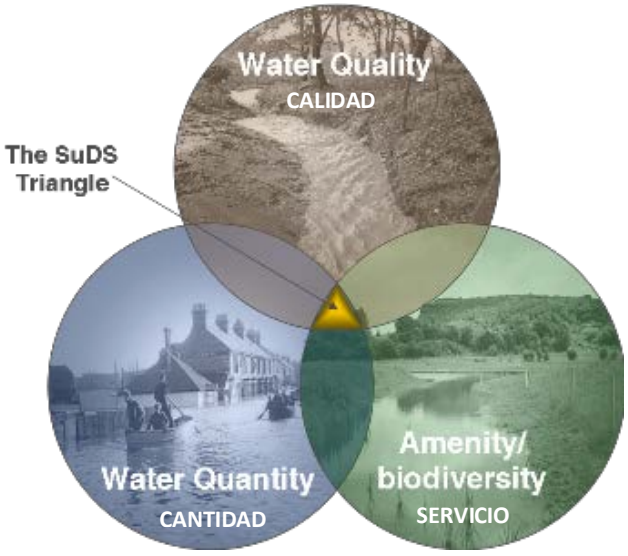


Figura I.5.10. Triángulo de sostenibilidad en el drenaje urbano.

En este triángulo se hace hincapié en los tres aspectos más relevantes que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar un drenaje urbano sostenible. Por lo general, la tendencia habitual suele ser la concepción del sistema de drenaje convencional únicamente teniendo presente para su diseño el volumen o cantidad de agua. Es cierto que ajustando los diseños a este criterio, se pueden llegar a paliar los problemas de inundaciones. Pero, **¿qué sucede con la calidad de las aguas vertidas en periodos de lluvia y con el servicio que podrían prestar a la ciudadanía?** No se tienen en cuenta para nada en el diseño actual, se dejan fuera del mismo para que otros sistemas u organismos se encarguen de ello; es decir, estos aspectos son tratados y gestionados de forma independiente al sistema de drenaje, e incrementando con ello los costos, tanto a nivel de infraestructuras como a nivel de gestión.

Como se puede observar, en el triángulo del desarrollo sostenible aplicado al drenaje urbano, la filosofía en la que se basan los diseños de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), intenta aunar los criterios de cantidad, calidad y servicio, para dar lugar a un conjunto de técnicas que puedan proporcionar una solución adecuada y duradera a los problemas planteados. El objetivo principal es la gestión de caudal y volumen, pero, junto a esto, Suds también son capaces de proporcionar una mejor calidad del agua y mejorar la biodiversidad y la amenidad, como se ilustra en la figura Triángulo Suds.

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible son conocidos con numerosas denominaciones en los diferentes países donde son empleados, así se pueden encontrar las siglas:

_ SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems)
_ BMPs (Best Management Practices)
_ MPC (Mejores Prácticas de Control)
_ BPAs (Buenas Prácticas Ambientales)
_ TEDUS (Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible)
_ LID (Low Impact Development)
_ WSUD (Water Sensitive Urban Design)
_ Diseño Urbano Sensible al Agua.

Todos estos sistemas son una alternativa y un complemento al tratamiento convencional de las aguas pluviales en nuestras ciudades, y por tanto, son una solución en sí mismos, además de una ayuda a los sistemas ya existentes.

No obstante, la adopción de los SUDS en la ciudad debe hacerse atendiendo ante todo a las restricciones propias que imponen las condiciones locales. Dadas las condiciones de suelos existentes en Cúcuta, caracterizados por arcillas plásticas de muy baja permeabilidad, la conceptualización de los SUDS para esta parte de la ciudad busca utilizar estos sistemas fundamentalmente como sistemas que permitan la retención y mejora de la calidad del agua asociada con los eventos de precipitación más recurrentes en aquellas zonas en donde se implementen. Estos sistemas se buscan introducir en la ciudad siguiendo las tendencias mundiales de la ingeniería, en donde día a día han comenzado a primar criterios de **sostenibilidad ambiental** y de mejora de las condiciones de calidad de agua de la escorrentía, con miras a contar con una mejor calidad de los cauces, ríos y quebradas en donde finalmente se descargan las aguas lluvias provenientes de zonas urbanizadas.

Con la adopción de estos sistemas en la ciudad de Cúcuta, y en particular como una condicionante de los sistemas pluviales a concebir e implementar en el desarrollo urbano, se busca ser pioneros en la adopción de dichas prácticas en la ciudad, en un proceso en el que no sólo se busca obtener una ganancia en la calidad del agua lluvia, sino la generación de conocimiento local que permita el propio desarrollo local a futuro de éstas tecnologías. Su adopción e implementación exitosa sólo se logrará a través de un programa de inversión conjunto entre los diferentes actores regionales que se verán involucrados en su puesta en marcha, y que permita diseñar, evaluar y ajustar con el paso del tiempo su desempeño real en estos espacios que se creen, parece abrumador, pero si hay voluntad es posible.

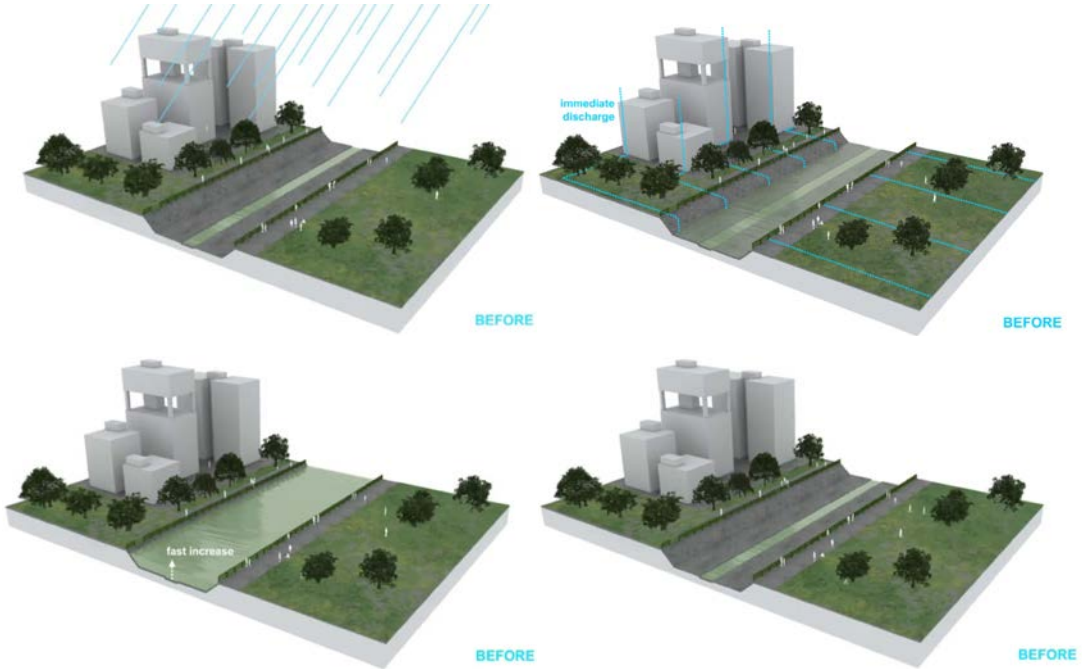


Figura I.5.11. Comportamiento de la cuenca con canales no erosionables: descarga inmediata, incremento rápido del nivel de agua y rápida descarga final sin purificación; Bishan Park Singapur.

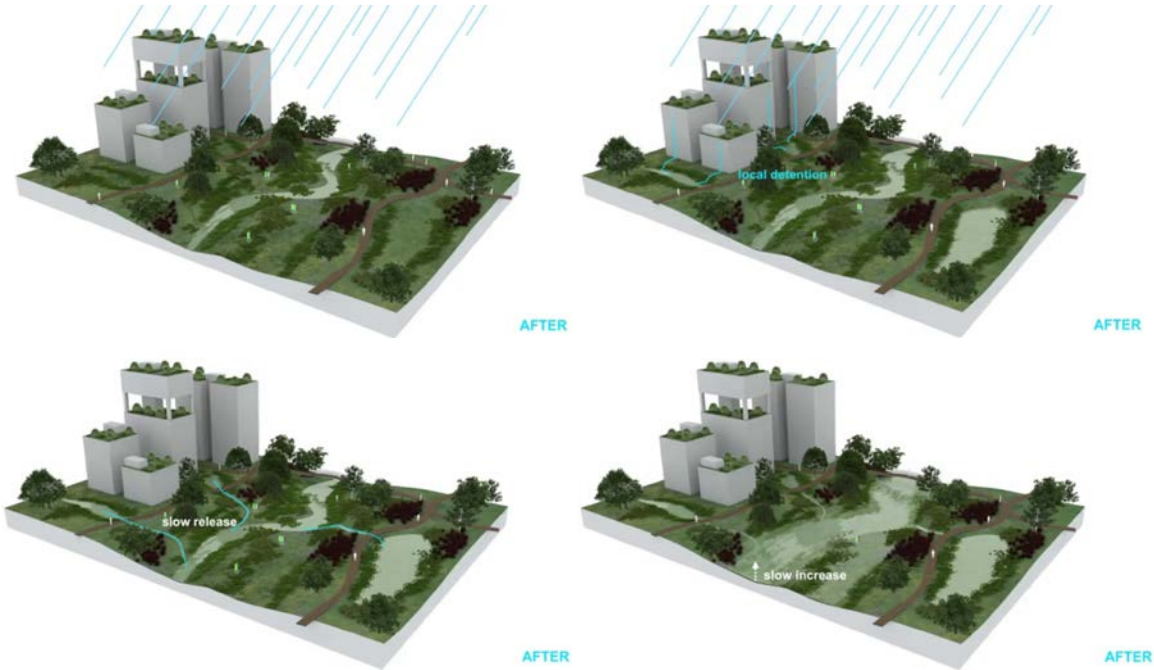


Figura I.5.12. Comportamiento de la cuenca con canales erosionables: retención local, purificación, descarga lenta, incremento lento del nivel de agua y flujo mantenido; Bishan Park Singapur.

I.5.7. ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

El presente informe extracta las políticas desarrolladas con éxito en diferentes lugares del mundo, como alternativa de solución al típico canal no erosionable o artificial revestido en concreto o "Canal Bogotá". Teniendo en cuenta las diferentes especialidades que intervienen en la realización de este proyecto, posteriormente se hará un análisis de los aspectos más importantes encontrados en su desarrollo.

CONSTRUIR CIUDADES AMABLES

Construir ciudades amables requiere construir vivienda digna, espacios públicos adecuados, acceso a servicios públicos y sistemas de movilidad para 77% de los colombianos que vivirán en los centros urbanos en 2019. Esto sólo será posible aplicando un modelo de desarrollo urbano planificado, que genere espacios en los cuales los ciudadanos puedan hacer buen uso de su tiempo libre y relacionarse unos con otros; sin restricciones en la cobertura de servicios públicos, como agua potable y saneamiento básico, y con sistemas de transporte público que integren todas las actividades urbanas y que estén al alcance de todos. En 2019 el espacio público de las ciudades de más de 100.000 habitantes deberá aumentar a 10 m^2 por habitante (estrategia Visión Colombia Segundo Centenario: 2019). Así las cosas, aunque se establecen multicriterios selectivos, la calificación en general estará orientada al cumplimiento de estas metas proyectadas.

Criterios de análisis

A raíz del análisis realizado en el apartado anterior, se discuten las diversas alternativas consideradas para tratar de adoptar la alternativa o conjunto de alternativas más apropiado con el objetivo de adoptar y mejorar la infraestructura de drenaje estudiada y la gestión del recurso hídrico. El análisis de las opciones contempladas en el Estudio de Alternativas se ha efectuado en base a diferentes criterios generales de discusión, que a continuación se describen:

1. Medio Ambiente.
2. Coste económico de la solución.
3. Socioeconómico.
-El entorno biofísico, o sea, los recursos, materias, y procesos naturales, que posibilitan el sostenimiento vital y los productos iniciales en los procesos de transformación.
-El sistema de producción y consumo, que es lo que caracteriza a la sociedad industrial y a las transacciones económicas y comerciales que configuran el modelo capitalista moderno.
-El entorno cultural, conformado por valores y sistemas de creencia que modelan estilos de vida y priman una serie de determinadas aspiraciones sociales.
4. Arquitectura.
5. Operación.

El análisis de las distintas alternativas estudiadas se podría realizar en base a algunos otros criterios más, pero se ha considerado que estos criterios de discusión eran unos de los más apropiados.

Generalidades

En resumen las alternativas que se discuten son la construcción de canales erosionables y no erosionables en los drenajes pluviales existentes en la Quebrada Seca y La Quebrada La Cañada. Las vías y demás se consideran irrelevantes para cada caso dado que en ambas situaciones se contará con esta propuesta vial.

Para la selección de la mejor alternativa se han tomado los siguientes aspectos específicos que se consideran de mayor importancia así:

MEDIO AMBIENTE.

a. Contaminación

Contaminación Atmosférica:
La contaminación de aire en el país es causada principalmente por el uso de combustibles fósiles, ya sea por fuentes de emisiones móviles, fijas o aéreas. Las mayores emisiones de material particulado menor a 10 micras (PM10), de óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO) son ocasionadas por fuentes móviles (vehículos, motocicletas, trenes, aviones, barcos, etc.) que son los que utilizan **fuentes fósiles de energía** mientras que las partículas suspendidas totales (PST) y los óxidos de azufre (SOx) son generados por las **fuentes fijas como establecimientos industriales y termoeléctricos**, principalmente.

La contaminación del aire es una de las mayores preocupaciones para los colombianos ya que es el mayor generador de costos sociales después de la contaminación del agua y de los desastres naturales. Estos costos han sido estimados en el 2004, como 1.5 billones de pesos anuales y están relacionados con efectos sobre la salud pública, mortalidad y morbilidad (Conpes 3344, 2005). El contaminante monitoreado de mayor interés, dado sus efectos nocivos sobre la salud humana es el material particulado (PM10 y PST), ya que con frecuencia las concentraciones de este contaminante superan los estándares ambientales de la regulación vigente. Por lo tanto, se ha identificado que el aporte más importante de emisión de contaminantes a la atmósfera proviene principalmente de las **industrias y el rodamiento del parque automotor**. De acuerdo a la Universidad Nacional, el 39% de las emisiones atmosféricas son producidas por las industrias, y el 61% por los automotores. En general, estos compuestos son reconocidos internacionalmente por participar en la degradación del medio ambiente, y por tanto, de la calidad de vida de la población, causando enfermedades pulmonares y alteraciones nerviosas.

Contaminación del Agua:

IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS DESCARGAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Los vertimientos directos de las aguas residuales contaminan el recurso hídrico (superficial y subterráneo), el suelo y el aire, lo cual a su vez produce efectos nocivos sobre los componentes ambientales flora, fauna y el hombre.

Las corrientes naturales tienen la ventaja de oxigenarse y diluir los contaminantes a lo largo de su recorrido, influyendo en este proceso el caudal, las pendientes, la concentración de los contaminantes la cual puede llegar a ser tan alta que genera la contaminación del recurso produciendo los siguientes impactos (G.E.I.A. - U.T.N., 2009):

PRODUCCIÓN DE OLORES OFENSIVOS: Este es un impacto negativo para la salud, relacionado principalmente con trastornos del apetito, náuseas y otros malestares, además del inconformismo propio por el rechazo que generan los malos olores en la población residente, el cual se genera por la descomposición de la materia orgánica. Este impacto se evidenció y fue manifestado por la comunidad.

TOXICIDAD: Resultantes de los agroquímicos utilizados en las labores agrológicas.

CONTRIBUCIÓN CON MATERIA ORGÁNICA AUMENTANDO LA DBO: El vertimiento de aguas residuales a la fuente en forma continua produce el deterioro de la calidad del agua de la fuente receptora por el incremento de la materia orgánica, el cual en la zona de estudio es 100% del consumo de agua ya que ninguno de los usuarios cuenta con tanque séptico (se lograría el 20% para usuarios con tanque séptico). Igualmente se produce disminución de la fauna acuática y la flora subacuática.

CONTAMINACIÓN FECAL. Es causada por heces humanas, el ganado, marraneras, avícolas, donde la presencia de organismos patógenos produce enfermedades.

Residuos Sólidos

Particularmente en los asentamientos marginales de las ciudades, como en este caso, se presenta la contaminación de los riachuelos o quebradas por vertimiento directo de las basuras. Cúcuta cuenta con el Centro Tecnológico Guayabal, seleccionados en el año 2012 por el Banco Mundial como modelo exitoso en la gestión de residuos. Sin embargo, son pocas las ciudades y municipios que cuentan con rellenos sanitarios reglamentarios, por ende, existe un amplio riesgo de percolación de líquidos que llegan a las aguas superficiales y subterráneas. Se estima que entre Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla, se producen semanalmente unas 88.100 toneladas de basura, de las cuales sólo es recogido el 70%. El resto de residuos sólidos permanece en el medio, esto es en las calles, caños, alcantarillas y potreros.

Hay que tener en cuenta que el referente de canal artificial que existe en la ciudad, es el Canal sobre la Quebrada Bogotá, del que sus vecinos comentan: el remedio resultó peor que la enfermedad y parece el basurero municipal o el titular del diario la opinión el pasado 22 de agosto de 2011, “canal Bogotá, toda una cloaca”. Por tanto existe el riesgo de obtener un resultado similar aplicando esta alternativa. Por lo anterior, se dará un factor de ponderación del **10%**, a este aspecto.

b. Perturbación Paisajística: Al considerar este criterio se analiza que al construirse el proyecto en cada una de las alternativas evaluadas, se observe la modificación del entorno natural, la calidad o belleza del paisaje y las características de la zona con su capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas dando un factor de ponderación del **15 %**.

COSTOS.

Costos de Inversión: Es importante aprovechar al máximo los recursos para acometer obras de esta naturaleza. Se tiene claro que antes que una solución estructural se requiere de una solución funcional y a largo plazo por esta razón se le aplica una ponderación del **10%**.

Costos de Operación: Independientemente de los costos iniciales de construcción se tiene que analizar durante el periodo de diseño si la operación de la canalización, aunque resulte económica, pueda disparar los costos durante el tiempo de vida de servicio, por esta razón es un parámetro tan representativo como el primero lo cual se le asigna el mismo factor de ponderación del **10%.**

SOCIOECONOMICO

Valorización: en la parte socioeconómica la valorización y/o desvalorización de los predios alrededor de este tipo de proyectos se debe considerar por el impacto que pueda generar en la población afectada, se le da una ponderación de **5%** teniendo en cuenta que son proyectos de utilidad pública.

Afectación de predios: según la Jurisprudencia, la noción de utilidad pública ya no sólo se limita a que el Estado deba construir una obra pública o prestar un servicio público, sino que también comprende aquellas necesidades económicas, sociales, sanitarias e inclusive estéticas, que pueden requerirse en determinada población, tales como **empresas para beneficio colectivo, hospitales, escuelas, unidades habitacionales, parques, zonas ecológicas, entre otros**, dado que el derecho a la propiedad privada está delimitado en la Constitución Federal en razón de su función social. Por ello, atendiendo a esa función y a las **necesidades socioeconómicas** que se presenten, es evidente que no siempre el Estado por sí mismo podrá satisfacerlas, sino que deberá recurrir a otros medios, como autorizar a un particular para que preste un servicio público o realice una obra en beneficio inmediato de un sector social y mediato de toda la sociedad. En consecuencia, el concepto de utilidad pública no debe ser restringido, sino amplio, a fin de que el Estado pueda satisfacer las necesidades sociales y económicas y, por ello, se reitera que, genéricamente, comprende tres causas: a) La pública propiamente dicha, o sea cuando el bien expropiado se destina directamente a un servicio u obra públicos; b) La social, que satisface de una manera inmediata y directa a una clase social determinada, y mediatamente a toda la colectividad; y c) La nacional, que satisface la necesidad que tiene un país de adoptar medidas para hacer frente a situaciones que le afecten como entidad política o internacional. Teniendo en cuenta que se trata de proyectos de utilidad pública la afectación de predios aun cuando es importante se le da una ponderación de **3%**.

ARQUITECTONICOS

Implantación: dentro de este tipo de proyectos es importante tener en cuenta la implantación como la mejor forma de solución a los conflictos viales que se presenten, acorde con las vías y entorno urbano existente se le da una ponderación de **5%**.

Integración Urbana: En este tipo de macroproyectos la integración urbana es muy importante más aun cuando se están interviniendo vías que no se encuentran funcionando y harán parte de la malla vial existente, se le da una ponderación de **6%**.

Paisajismo: El paisaje es actualmente considerado como un valioso recurso natural porque es útil y, cualitativamente, escaso. Su importancia es obvia no sólo por su calidad perceptual estética, sino también por sus implicaciones culturales. No obstante, es uno de los factores más difíciles de inventariar, cartografiar y valorar, dado que su apreciación es de carácter subjetivo. En este tipo de macroproyectos y teniendo en cuenta la ciudad se debe lograr que el proyecto se integre tanto al paisaje natural como al paisaje creado logrando así una armonía en ambos sentidos, se le da una ponderación de **5%**.

Impacto Urbano: Para cualquier tipo de obra, es importante adoptar los controles y medidas necesarias para preservar el bienestar urbano y la seguridad de la comunidad, así como para garantizar los servicios públicos, el uso del espacio público, y minimizar las dificultades que resultan de los desvíos de tránsito y de la reconstrucción o relocalización de otros servicios públicos afectados por la obra. Los macroproyectos viales generan un impacto urbano que debe ser el menor posible dentro de la ciudad teniendo, se le da una ponderación de **5%**.

CARACTERISTICAS OPERATIVAS

Sistema de Recolección y Evacuación: Tipo de Sistema propuesto para la recolección y transporte de las aguas lluvias. Con la creciente presión urbanística, es cada vez más escasa la masa verde que se puede encontrar dentro de las ciudades y en su entorno; es decir, cada vez es más habitual encontrar un número de zonas verdes naturales menor y las que hay son artificiales y prácticamente impermeables, por lo que se tiende a una desnaturalización completa del área urbana. Esta desnaturalización e impermeabilización de las superficies hace que el ciclo natural del agua se vea alterado de una forma muy importante, convirtiendo a las ciudades en zonas cuasi-desérticas. Se pierde riqueza visual, se impide la recarga de acuíferos, que sirven de reserva de agua para el consumo humano, y se genera el efecto isla de calor, que hace que las temperaturas en verano se incrementen en el interior de la ciudad, efectos que suponen un contra-servicio para los ciudadanos. Se le da una ponderación de **10%** teniendo en cuenta que es fundamental la afectación del ciclo hidrológico de un canal artificial comparado con un canal natural.

Capacidad: Los canales revestidos deben diseñarse de tal manera que los colectores marginales descarguen por encima de las aguas máximas del canal y para que los aliviaderos trabajen libremente. Es importante que la canalización que se proponga atienda el volumen proyectado durante la vida de servicio, todas las soluciones deberán permitir la normal circulación de las aguas durante este tiempo. En consecuencia el factor ponderador tendrá un valor de **3%** porque considera solo la mayor reserva de capacidad en cada uno de los encauzamientos propuestos.

Voluntariado Ambiental: El voluntariado ambiental es aquel que tiene como fundamento y objetivo la realización de acciones de conservación del medio ambiente. Este ponderador tendrá un valor de **3%**.

Funcionalidad: Se le ha dado una ponderación de **5%** buscando priorizar la selección de la alternativa que atienda la mayor cantidad de usuarios principalmente del espacio público creado.

Expansión: Con el tiempo, avanzado el periodo de servicio, es importante considerar como adicionar carriles a las vías o mediante concursos de diseño arquitectónico, se invierta en su ampliación y mejoramiento, se le da una ponderación de **5%**.

ANALISIS ALTERNATIVA I
CANAL CONVENCIONAL EN CONCRETO REFORZADO

MEDIO AMBIENTE

CONTAMINACION.

Históricamente, el crecimiento de nuestros centros urbanos siempre se ha realizado alrededor de una importante arteria fluvial, que con el paso del tiempo se deteriora ambientalmente, y los ríos y quebradas se convierten en el "patio trasero" de nuestras ciudades, a los cuales además, se vierten los residuos sólidos y líquidos sin compasión. Igualmente, El Ciclo Urbano del Agua es totalmente distinto. El agua, antes de llegar al suelo, purifica el aire recogiendo partículas contaminantes que arrastrará posteriormente. En la ciudad no hay una cúpula vegetal de intercepción, sino tejados impermeables; además, el suelo no tiene permeabilidad por lo que el agua corre rápidamente por canalones y pavimentos, concentrándose en un corto periodo de tiempo en los sistemas de alcantarillado. Por tanto, en las zonas urbanas no se produce infiltración, con lo cual los acuíferos naturales situados bajo las ciudades quedan aislados. Así, el agua pluvial lava el aire, los tejados, los pavimentos y arrastra una carga contaminante importante de sólidos en suspensión, materia orgánica, metales pesados e hidrocarburos. Ciertamente, la construcción de un canal artificial, permite la rápida evacuación del flujo de agua, pero afecta de manera importante los aspectos relacionados inicialmente, por lo tanto se da una **calificación de 5**.

PERTURBACION PAISAJISTICA.

La afectación que se presenta es visual y urbana afectando la calidad y belleza del paisaje natural, creando una barrera e imposibilitando de esta manera la generación de paisajes urbanos verdaderamente naturalizados por la presencia del agua y la vegetacióny perturbando el espacio natural del entorno. Por tal razón tiene una **calificación de 1**.

COSTOS

DE INVERSION

Para la valoración de esta inversión esta alternativa considera la construcción de un canal en concreto reforzado y se ha estimado el costo por metro lineal de esta estructura en 16 millones de pesos (solo la canalización), razón por la cual esta estructura tendrá un costo un 60% mayor que la alternativa de canal natural. Se asume que las conexiones a las vías, las modificaciones de las redes y el amoblamiento urbano tienen costos similares en las alternativas. Por lo anterior, se le da una **calificación de 6**, que es la proporción en costos de inversión, con relación al costo de la alternativa propuesta.

DE OPERACIÓN

Aunque la canalización artificial revestida en concreto demanda mantenimientos periódicos de limpieza y reparación, evidentemente a costos elevados similares a los de inversión inicial, el canal natural requiere de mantenimientos permanentes de las áreas verdes que podrán estar a cargo de la Administración Municipal o de las concesiones de espacios que se establezcan con asociaciones privadas. Por esta razón, se espera que los costos generados por la operación de esta alternativa, aunque existen, sean menores. Entonces la **calificación será de 8**.

SOCIO ECONOMICO

VALORIZACION:

De acuerdo a experiencias a nivel local nacional e internacional, esta solución por su localización y arquitectura genera una muy alta desvalorización en el costo de la tierra, y de los inmuebles que se encuentren cercanos al proyecto, genera una valorización por benefició, que no compensa con la pérdida de valor comercial de los terrenos y/o predios afectados por el proyecto. **Obtiene la calificación más baja, 1.**

AFECTACION DE PREDIOS:

No se presenta una afectación directa de predios, la afectación es visual y urbana, **calificación de 10**.

ARQUITECTONICO

IMPLANTACION:

Con relación a la implantación respecto al sector esta alternativa es viable como solución a la problemática que se presenta a nivel de flujos de aguas lluvias, genera una solución simple y consecuente con el sector. **Calificación de 10.**

INTEGRACION URBANA:

Teniendo en cuenta la arquitectura y la ubicación de la solución como tal, no es la más adecuada ya que se convierte en una barrera arquitectónica, solo hay una integración a nivel urbano-vehicular, dando solución a un aspecto vial olvidándose del entorno urbano y la integración urbanística de sector, crea una barrera sobre las quebradas, que es un elemento primordial para el desarrollo de los proyectos urbanos según las últimas tendencias internacionales, hay que darle vida a los cauces y restaurar los cuerpos de agua. Por tanto obtiene una **calificación de 4**.

PAISAJISMO:

A nivel paisajístico por su arquitectura se convierte en una barrera visual y arquitectónica que no aporta nada al paisaje urbano, por más tratamiento que se le quiera dar es un elemento demasiado agresivo e inútil en periodos secos. Este ítem recibe una **calificación de 1**.

IMPACTO URBANO:

En su parte vial, genera un impacto positivo, se da solución a la problemática vehicular que se presenta tanto en el sector como a nivel de ciudad, contribuye a la continuidad de las soluciones que se vienen presentando, pero a nivel peatonal genera un impacto muy negativo por las problemáticas que genera como son la inseguridad, el desplazamiento de integración con una zona tan importante como La Quebrada y un parque que son hitos urbanos para una ciudad, en este punto es bueno insistir en volverle la cara a la quebrada, pero su canalización niega aún más la posibilidad de recuperación y restauración de la cuenca de la quebrada. En consecuencia, se le da una **calificación de 1**.

CARACTERISTICAS OPERATIVAS.

SISTEMA DE RECOLECCION Y EVACUACION:

La configuración general de esta alternativa se ha considerado como la opción menos favorable por la consecuente alteración del ciclo hidrológico, es por ello que obtienen la mínima **calificación de 5**

CAPACIDAD.

Pareciera indiferente la valoración en términos de capacidad para las alternativas propuestas, dado que todos los canales deben diseñarse de manera que tengan la necesaria capacidad de conducción de agua. Pero un canal profundo de concreto no es congruente con la configuración de relieve del valle de la quebrada actual, amén que los canales revestidos deben diseñarse de tal manera que los colectores marginales descarguen por encima de las aguas máximas del canal y para que los aliviaderos trabajen libremente. Por tanto tendrá una **calificación de 8**.

VOLUNTARIADO AMBIENTAL.

Especialmente en verano, aunque también durante el resto del año, el voluntario ambiental puede ayudar a conservar o recuperar espacios naturales, el voluntario ambiental puede sensibilizar al resto de ciudadanos o ayudar a conservar y recuperar espacios naturales que no reciben a menudo suficientes recursos. De esta manera, se sentirá útil, más realizado y podrá conocer a personas comprometidas con su entorno. Entonces la **calificación que se obtiene es de 1**, pues en este tipo de solución se da con dificultad esta actividad.

FUNCIONALIDAD.

El modelo de canal artificial cumple con los requerimientos hidráulicos previstos, pero el desarrollo de su actividad en su espacio está limitado al drenaje de la cuenca, puede obtenerse un mejor uso de esta área por cerca del 97% del año mediante la creación de espacios para el aprovechamiento público. Por ello recibe una **calificación de 8**.

EXPANSION.

Por la estructura de concreto enterrada, no permitirá en el futuro construir un desarrollo diferente, por lo tanto tendrá la mínima **calificación de 1**.

ANALISIS ALTERNATIVA II
CANAL EROSIONABLE Y GENERACION DE UN PARQUE INUDABLE (Sistema Urbano de Drenaje Sostenible, SUDS)

MEDIO AMBIENTE

CONTAMINACION.

El agua pluvial lava el aire, los tejados, los pavimentos y arrastra una carga contaminante importante de sólidos en suspensión, materia orgánica, metales pesados e hidrocarburos. Los SUDS proporcionan beneficios adicionales a los ofrecidos por los sistemas de drenaje Convencional, como el tratamiento natural de las aguas pluviales, obteniendo unas calidades aptas para su vertido directo a los medios

receptores, sin necesidad de pasar por las depuradoras y evitando la contaminación difusa de los medios naturales. Por lo tanto se da una **calificación de 10**.

PERTURBACION PAISAJISTICA.

Se consideran sistemas de tratamiento pasivo a aquellos situados al final de la red para prolongar la estancia de las aguas pluviales por un periodo de tiempo, antes de su vertido al medio receptor, que permita proporcionar el tratamiento adecuado a las mismas. Así, dentro de este último grupo de sistemas de tratamiento se engloban: los depósitos de detención, los estanques de retención y los humedales artificiales. Al ser sistemas de final de línea de la cadena de tratamiento necesitan una amplia ocupación de espacio para poder realizar los tratamientos correspondientes. Por ello se localizan en parques y bosques, posibilitando de esta manera la generación de paisajes urbanos verdaderamente naturalizados por la presencia del agua y la vegetación. Por tal razón tiene una **calificación de 10**.

COSTOS

DE INVERSION

En la actualidad las discusiones son protagonizadas por los distintos responsables encargados de asumir los costos tanto de construcción como de mantenimiento de estos sistemas, vetando su aplicación por falta de reflexión y análisis de los costos reales del ciclo completo de gestión del agua de lluvia. Para la valoración de esta inversión esta alternativa considera la construcción de un parque inundable y se ha estimado el costo por metro lineal de esta estructura en 10 millones de pesos (solo la canalización), razón por la cual esta estructura tendrá un costo un 60% menor que la alternativa de canal artificial en concreto. Se asume que las conexiones a las vías, las modificaciones de las redes y el amoblamiento urbano tienen costos similares en las alternativas. Por lo anterior, se le da una **calificación de 10**.

DE OPERACIÓN

Un buen funcionamiento requiere un buen mantenimiento, al igual que sucede con todos los sistemas de drenaje convencional, castigando el mantenimiento de parque como si fuera más elevado, entonces la **calificación será de 1**.

SOCIO ECONOMICO

VALORIZACION:

Con el uso de SUDS se revaloriza el entorno urbano como consecuencia de la posibilidad de recuperar zonas de frágil equilibrio, como son las que tienen un déficit en recursos hídricos por la

sobreexplotación que sufren, mediante la valorización de las aguas de lluvia en la recuperación de acuíferos y humedales en vías de desaparición. **Obtiene la calificación máxima de 10.**

AFECTACION DE PREDIOS:

Los SUDS reclaman su espacio urbano y no pueden quedar al margen del nuevo desarrollo de las ciudades. Puede finalmente presentar una afectación mayor de predios, **calificación de 1**.

ARQUITECTONICO

IMPLANTACION:

Con la implantación de SUDS se da solución a los problemas ocasionados por las aguas pluviales relativos a la cantidad; disminuyendo el riesgo de inundaciones localizadas gracias a la laminación ofrecida por estos sistemas, controlando la punta del caudal y aumentado el tiempo de concentración correspondiente. **Calificación de 3**, por requerir un espacio físico mayor y en Cúcuta los terratenientes desconocen flagrantemente la autoridad.

INTEGRACION URBANA:

Los SUDS se presentan como un elemento integrador ciudad-naturaleza muy importante que ha de ser considerado como una herramienta más a la disposición de los encargados del diseño urbano. Por tanto obtiene una **calificación de 10**.

PAISAJISMO:

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), con un nivel creciente de aplicación en todo el mundo. Con ellos se puede **"devolver" el agua a la superficie**, dejando que conviva con el ciudadano y ayude a mejorar el paisaje urbano que contemplamos diariamente, a la vez que se obtiene un beneficio de los procesos de depuración que la propia naturaleza ofrece y se fomenta el aprovechamiento de este recurso natural. Este ítem recibe una **calificación de 10**.

IMPACTO URBANO:

El término Amenidad se define como la capacidad para resultar divertido, entretenido, placentero. Cierto es que los colectores evacuan grandes caudales que en superficie ocuparían amplios espacios, pero no es menos cierto que una planificación adecuada de la ciudad que tuviera en cuenta desde el principio la hidrología e hidráulica existente, podría hacerlos circular por los parques, jardines y grandes avenidas, en superficie, **"imitando" la hidrografía previa** y mejorando el paisaje urbano que contemplamos diariamente. En consecuencia, se le da una **calificación de 10**.

CARACTERISTICAS OPERATIVAS.

SISTEMA DE RECOLECCION Y EVACUACION:

Los SUDS, Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, integran urbanismo, paisajismo e hidrología. El objetivo es dotar a la urbe de **"nuevas capas" permeables** en cubiertas y pavimentos que se comportan como sumideros filtrantes que emulan el ciclo natural del agua. El agua filtrada es captada y gestionada de forma subsuperficial para su reciclado, infiltración a terreno o vertida directamente a cauce natural en perfecto estado, controlando cantidad, calidad y tiempo. **Calificación de 6**, dado que el proyecto no tiene el alcance integral; es un principio de iluminación.

CAPACIDAD.

En episodios lluviosos importantes, los canales y colectores existentes quedan infradimensionados (así tengan la necesaria capacidad de conducción de agua), al conectar a ellos las ampliaciones de la ciudad, son incapaces de absorber los caudales que les llegan, y finalmente el agua de lluvia acaba circulando por superficie, que era lo que se pretendía evitar, y por zonas no destinadas para el paso del agua. Una de las características más importantes de los SUDS es la de promover y **maximizar la captación del agua de lluvia por procesos de filtración**, elemento fundamental para provocar simultáneamente una retención en origen y el comienzo de la restauración o preservación de la calidad del agua captada. Por tanto, tendrá una **calificación de 8**.

VOLUNTARIADO AMBIENTAL.

La iniciativa lleva por objetivo el que las personas dediquen un poco de su tiempo libre a la realización de diversas tareas encaminadas a interactuar con la naturaleza y conocer un poco más acerca de ella. La actividad incluye la siembra de árboles, el mantenimiento de senderos y campismo, entre otras actividades ecológicas. Estas actividades son sólo el comienzo de una gran contribución por parte de todas estas personas, las cuales a través de su activa participación estarán aportando su granito de arena para el cuidado del Planeta. Entonces la **calificación que se obtiene es de 10**.

FUNCIONALIDAD.

Los sistemas de drenaje urbano sostenible o SUDS, fueron inicialmente desarrollados para gestionar polución difusa generada por la actividad rutinaria en zonas urbanas. Pero estos sistemas han evolucionado y sus actuales criterios de diseño incluyen y están limitados al: control de caudales punta e inundaciones, reducción de contaminantes, recarga de acuíferos, prevención de erosión de cauces o protección del hábitat natural. El desarrollo de su actividad en su espacio no está limitado al drenaje de la cuenca, puede obtenerse un mejor uso de esta área por cerca del 97% del tiempo (dado que en la ciudad llueve pocas veces al año) mediante la creación de espacios para el aprovechamiento público. Por ello recibe una **calificación de 10**.

EXPANSION.

Por la recuperación del hábitat natural, siempre permitirá en el futuro construir un desarrollo complementario y diferente, por lo tanto tendrá la **calificación de 10**.

MATRIZ DE EVALUACION MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS PARA QUEBRADA SECA

CRITERIOS	PONDERADOR	I		II	
		CALIFICACION	PUNTOS	CALIFICACION	PUNTOS
MEDIO AMBIENTE					
CONTAMINACION	10	5	50	10	100
PERTURBACION PAISAJISTICA	15	1	15	10	150
COSTOS					
COSTOS DE INVERSION	10	6	60	10	100
COSTOS DE OPERACIÓN	10	8	80	1	10
SOCIOECONOMICO					
VALORIZACION	5	1	5	10	50
AFECTACION PREDIOS	3	10	30	1	3
ARQUITECTONICO					
IMPLANTACION	5	10	50	3	15
INTEGRACION URBANA	6	4	24	10	60
PAISAJISMO	5	1	5	10	50
IMPACTO URBANO	5	1	5	10	50
CARACTERISTICAS OPERATIVAS					
SISTEMA DE RECOLECCION Y EVACUACION	10	5	50	6	60
CAPACIDAD	3	8	24	8	24
VOLUNTARIADO AMBIENTAL	3	1	3	10	30
FUNCIONALIDAD	5	8	40	10	50
EXPANSIÓN	5	1	5	10	50
TOTAL	**100**		**446**		**802**

DESCRIPCION ALTERNATIVAS

CANAL CONVENCIONAL EN CONCRETO REFORZADO **I**

CANAL EROSIONABLE Y GENERACION DE UN PARQUE INUDABLE **II**

CALIFICACION DE 1 A10

Tabla I.5.4. Matriz de Evaluación Multicriterio de Alternativas.

Por esta razón (802 > 446), se propone consolidar un área de manejo ambiental como suelo de protección, denominada **Corredor Ecológico y Recreativo de las Quebradas Seca y la Cañada**.

Para la construcción del Corredor, bajo los criterios SUDS, existen estructuras modulares concebidas, que no se diseñaran en este proyecto, forman parte de la aplicación de políticas que se dan durante la implantación del desarrollo urbano y no forman parte del alcance del presente estudio.

- Azoteas/cubiertas Ecológicas
- Depósitos modulares de retención, infiltración y/o reciclado
- Pavimentos permeables para parkings y zonas peatonales
- Sumideros filtrantes en rígolas, alcorques filtrantes, rain gardens
- Drenaje longitudinal en carreteras y ferrocarriles. Ecocunetas antivuelco
- Sistemas de drenaje y recuperación de agua en paisajismo, terrenos deportivos, agricultura.
- Conductos y canales ecológicos modulares
- Muros vegetados
- Biofiltros para el tratamiento de efluentes de depuradoras
- Campos deportivos, entre otros.

Plan Director Corredor Ecológico Recreativo CER, de las Rondas de las Quebradas Seca y La Cañada.

Este Plan, es un proyecto que busca frenar la degradación ecológica de las Quebradas ubicadas al Occidente de la Ciudad. Una iniciativa de recuperación de la Biodiversidad y estrategia de desarrollo social y de apropiación territorial por parte de las comunidades locales y en general de la población de la región de las Comunas 7 y 8.

Qué es el espacio público?

El Art. 2º.del Decreto Nacional 1504 de 1998, reglamentario de la Ley 388 de 18 de Julio de 1997, “Define el Espacio Público como el conjunto de inmuebles públicos y los elementos Arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados destinados por naturaleza, usos o afectación a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden los límites de los intereses individuales de los habitantes”.

Hacen parte del espacio público de la ciudad las áreas requeridas para la recreación pública activa o pasiva, para la seguridad y tranquilidad ciudadana, las fuentes de agua, parques, plazas, zonas verdes y similares, los elementos históricos, culturales, religiosos, recreativos y artísticos para la conservación y preservación del paisaje y los elementos naturales del entorno de la ciudad en las que el interés colectivo sea manifiesto y convenientes y que constituyan por consiguiente zonas para el uso y disfrute colectivo.

El Código Civil TITULO III. DE LOS BIENES DE LA UNION

ARTICULO 674. BIENES PUBLICOS Y DE USO PUBLICO. Se llaman bienes de la Unión aquéllos cuyo dominio pertenece a la República. Si además su uso pertenece a todos los habitantes de un territorio, como el de calles, plazas, puentes y caminos, se llaman bienes de la Unión de uso público o bienes públicos del territorio. Los bienes de la Unión cuyo uso no pertenece generalmente a los habitantes, se llaman bienes de la Unión o bienes fiscales.

ARTICULO 677. PROPIEDAD SOBRE LAS AGUAS. Los ríos y todas las aguas que corren por cauces naturales son bienes de la Unión, de uso público en los respectivos territorios.

Son también elementos constitutivos del espacio público las áreas y elementos arquitectónicos naturales de propiedad privada que por su localización y condiciones ambientales y paisajísticas sean incorporados como tal en los planes de ordenamiento tales como fachadas, paramentos, pórticos, antejardines, entre otros.

Espacio Urbano.

La dimensión e importancia de Cúcuta no están reflejadas en el tipo de espacios con que actualmente cuenta. A la carencia de parques de escala urbana y metropolitana, se suma la penosa condición de no contar con un sistema articulado de los espacios de pequeña escala que se localizan casi en su totalidad, en el cuadrante oriental del área urbana, tal como se aprecia en la imagen:

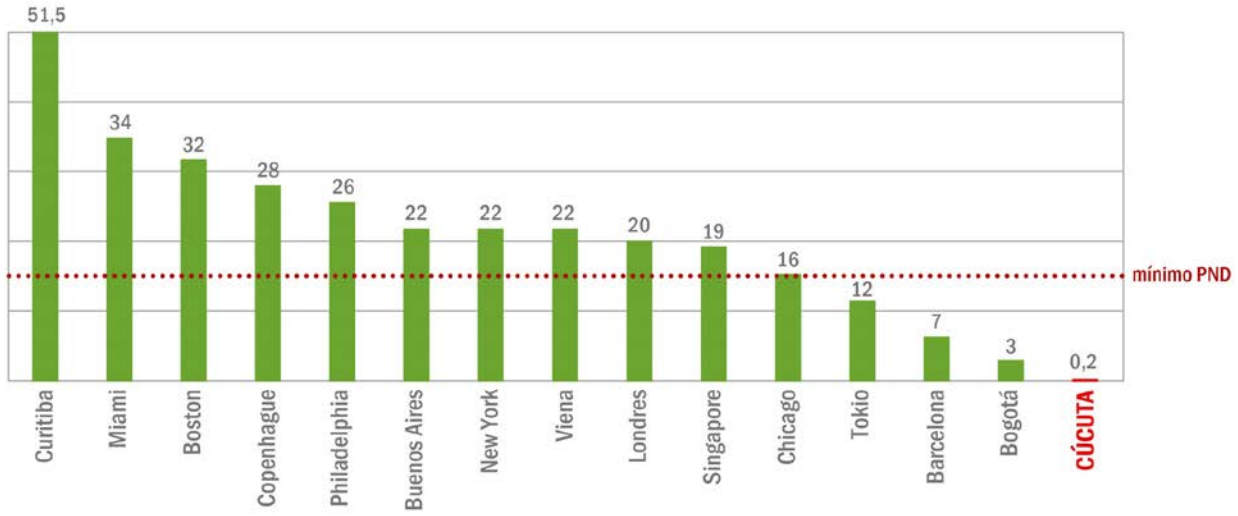


Figura I.5.13. Comparación de indicadores de espacio público por habitante con ciudades del mundo.

Las metas de espacio público por habitante propuestas en el Decreto Nacional 1504 de 1998 (15 metros cuadrados de espacios públicos por habitante) y en el Documento Visión Colombia 2019 (10 metros cuadrados de espacio público por habitante), están distantes de ser cumplidas.

Al aplicar el estándar más bajo de 10 M2 por habitante, para el 2010 (considerando una población aproximada de 615.000 habitantes), se debería contar con al menos 6.150.000 M2 (615 Ha) de espacio público efectivo.

Los indicadores muestran que en la Ciudad de Cali, no relacionada en la figura siguiente, hoy existen 2,75 m2 de espacio público por habitante, por lo que la meta del Plan de Desarrollo al 2015 es de 3,5 m2 por habitante. Por la urgencia de generar más espacio público en Cali, el nuevo Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Cali propondrá que los urbanizadores cedan un 20 por ciento de las edificaciones para esta iniciativa.

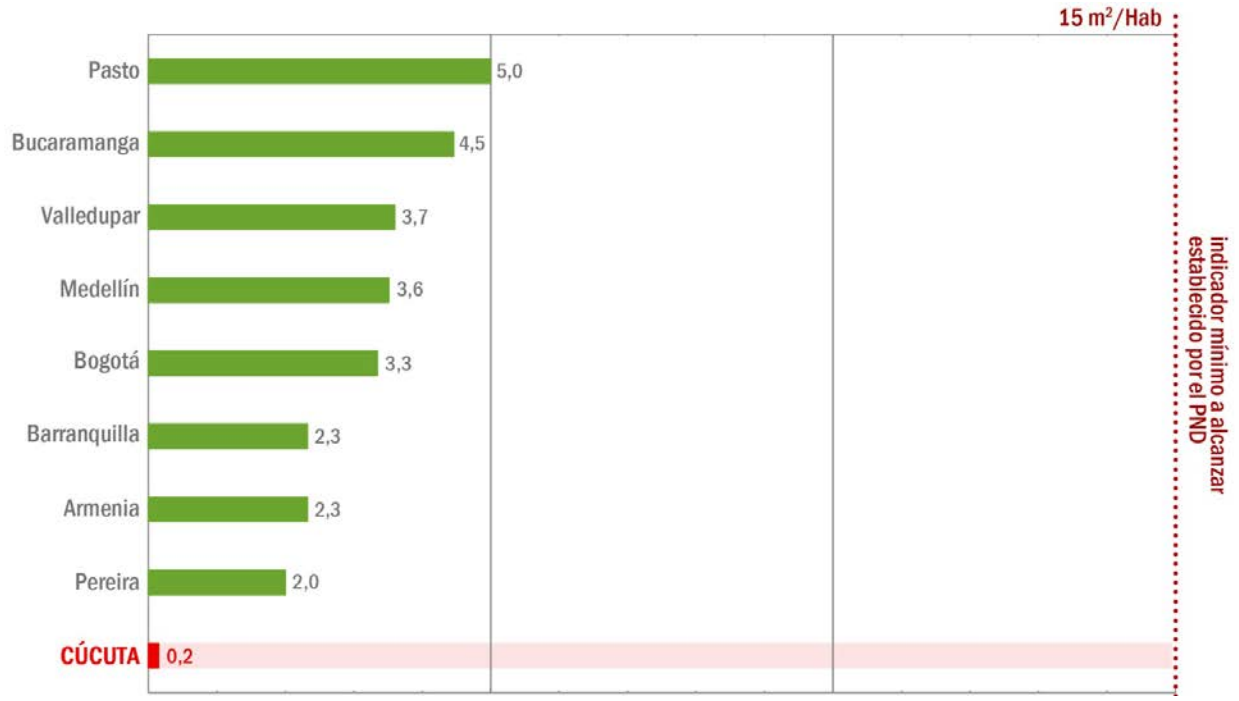


Figura I.5.14. Comparación de indicadores de espacio público por habitante con ciudades Colombianas.

Para el año 2023, considerando que la población de la Ciudad de Cúcuta, podrá ser cercana a 715.000 habitantes, debería contar con 7.150.000 M2 (715 Ha) de espacio público efectivo. Ante esta situación y considerando que el área de expansión prevista en el Plan de Ordenamiento Territorial es de 434 Ha, la solución al problema del déficit de espacio público definitivamente no puede depender de una estrategia aplicada exclusivamente al suelo urbano y de expansión. Allí lo metropolitano y en especial lo

relacionado con la **Estructura Ecológica**, adquiere un valor importante en términos de escala y como estrategia que contribuya a articular espacialmente los municipios del área.

Desde lo cualitativo, es claro que se debe apuntar a diversificar la escala predominante de espacios públicos que en su gran mayoría no superan una hectárea. Dicha problemática es compartida por muchos municipios y ante la actual media nacional, las ciudades colombianas deben multiplicar por cuatro sus espacios públicos para dar cumplimiento a la regulación nacional.

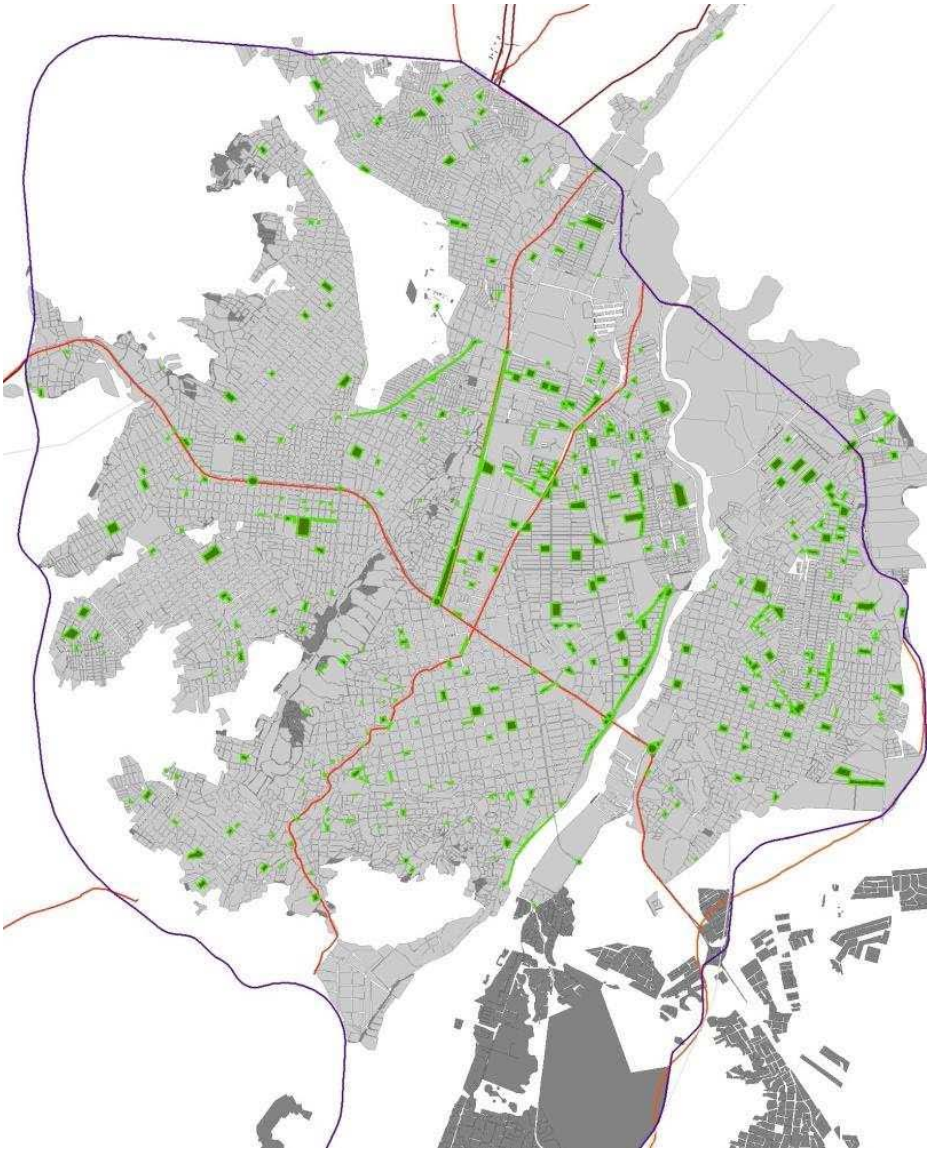


Figura I.5.15. Áreas de espacio público en el año 2.006, Plan de Desarrollo 2.012 - 2015.

Las alternativas de mejoramiento de estas condiciones están asociadas necesariamente a la articulación con la estructura natural, los suelos rurales y los conjuntos regionales.

Cualquiera de los indicadores da cuenta de una ciudad en crisis por la baja disponibilidad de espacios colectivos. La estructura de andenes es deficitaria y la deficiencia mayor se encuentra en espacios públicos de escala urbana y metropolitana.

El escenario será mucho peor, si de la mano de la generación de nuevas viviendas, no existe una política decidida a generar el correspondiente espacio público.



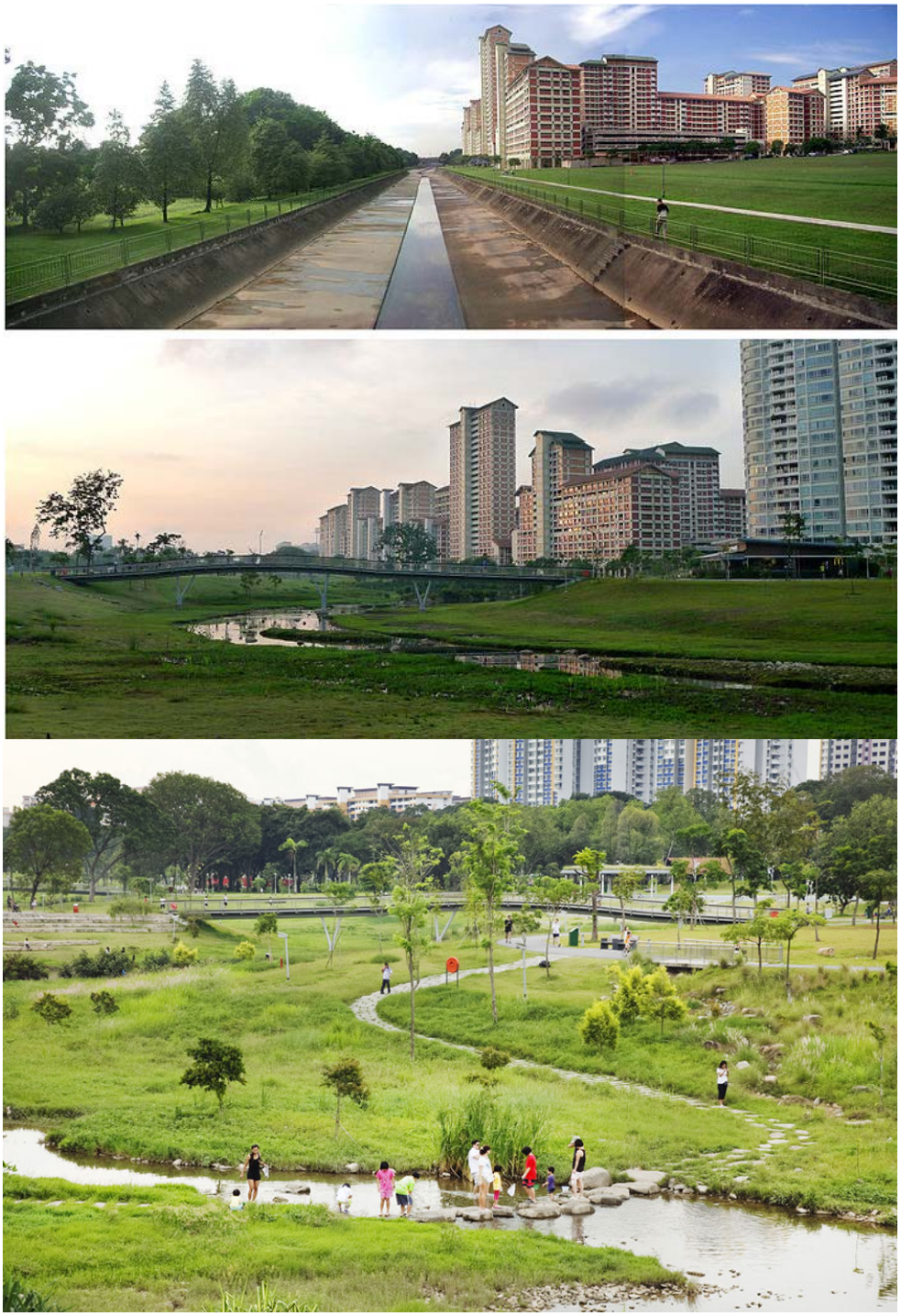
Figura I.5.16. Antes y Después Restauración Fluvial río Kallang, Bishan Park, Singapur 2012.

Ante la dificultad de generar espacios públicos entro de la ciudad consolidada, surgen como alternativas la generación de espacio público asociado a las rondas de ríos y quebradas, la generación de espacio público metropolitano, la definición de corredores de espacio público ligados a los perfiles viales y la generación de nuevo espacio público desde instrumentos como los Planes Parciales de desarrollo, expansión y renovación urbana.





Figura I.5.17. Panorámica Corredor Ecológico Recreativo CER y cuenca de retención de agua; Referente Bishan Park Singapur.



Fotografías I.5.22. Corredor Ecológico Recreativo CER y cuenca de retención de agua; Referente Bishan Park Singapur.



Fotografías I.5.23. La transformación rural y la conurbación ha sido una característica de la evolución demográfica durante más de un siglo. Alojamiento en grupos de ingresos más bajos en Mumbai (Bombay). En un barrio marginal como el agua es escasa, el saneamiento es deficiente y la eliminación de residuos suele estar ausente.

El propósito real del parque Bishan fue la creación de un paisaje rural que evoca un estado de ánimo poético, levantando en cada uno el cuidado diario y ennoblecer el espíritu con las indicaciones de lo divino. Este tipo de contemplación escénica es la terapia ideal para el padre de familia con exceso de trabajo, la ocupación saludable para las mujeres, una influencia educativa positiva en los niños, y un medio de aculturación para las masas (Elizabeth Barlow Rogers, *Landscape Design)*. En este ambicioso proyecto de infraestructura en Singapur, Atelier Dreiseitl ha reutilizado un canal de agua de concreto en una solución pacífica y amable, la producción, en el arroyo serpenteante, de un espacio público cautivador y acogedor, refrescante y sin heroicidades arquitectónicas.



Fotografía I.5.24. El nuevo look de retorno a la naturaleza del Parque Bishan; Referente o Estado del Arte, http://www.australiandesignreview.com/magazines/22737-ar-126-architecture-and-infrastructure.

I.5.8. RESUMEN DEL PROYECTO

La función que desarrollan los ríos actualmente, lejos de proveedores de alimento y generadores de vida, es de drenajes. Desde la llegada de los españoles el manejo hídrico de la ciudad cambió, con la modernidad y el coche como su protagonista, las ciudades acabaron por redefinirse completamente. Las sociedades deben cambiar fundamentalmente su relación con el medio ambiente. Las comunidades humanas tienen el potencial de destruir y crear, de cambiar el modelo de desarrollo urbano y en lugar de contaminar, recrear un modelo de auto-renovación. Se pretende una ciudad donde la sociedad sea el agente de cambio para transformar la dinámica que antecede el desarrollo urbano. Este enfoque es la clave de este proceso y de estos diseños. Esta idea se basa en la **modificación de la relación entre la sociedad y el medio ambiente**. Entender que somos parte de la naturaleza y no ajenos a ésta. Es así como nace el proyecto de la regeneración de las Quebradas Seca y la Cañada y generación de un Corredor Ecológico Recreativo CER.

El proyecto **Corredor Ecológico Recreativo CER**, se enmarca como una estrategia de renovación urbana impulsada por la Administración Municipal de la Ciudad de Cúcuta. El novedoso plan busca evitar el riesgo de inundaciones de los sectores aledaños a las Quebradas Seca y La Cañada y agrega cerca de 60 nuevas hectáreas de áreas verdes como espació público y suelo de protección.

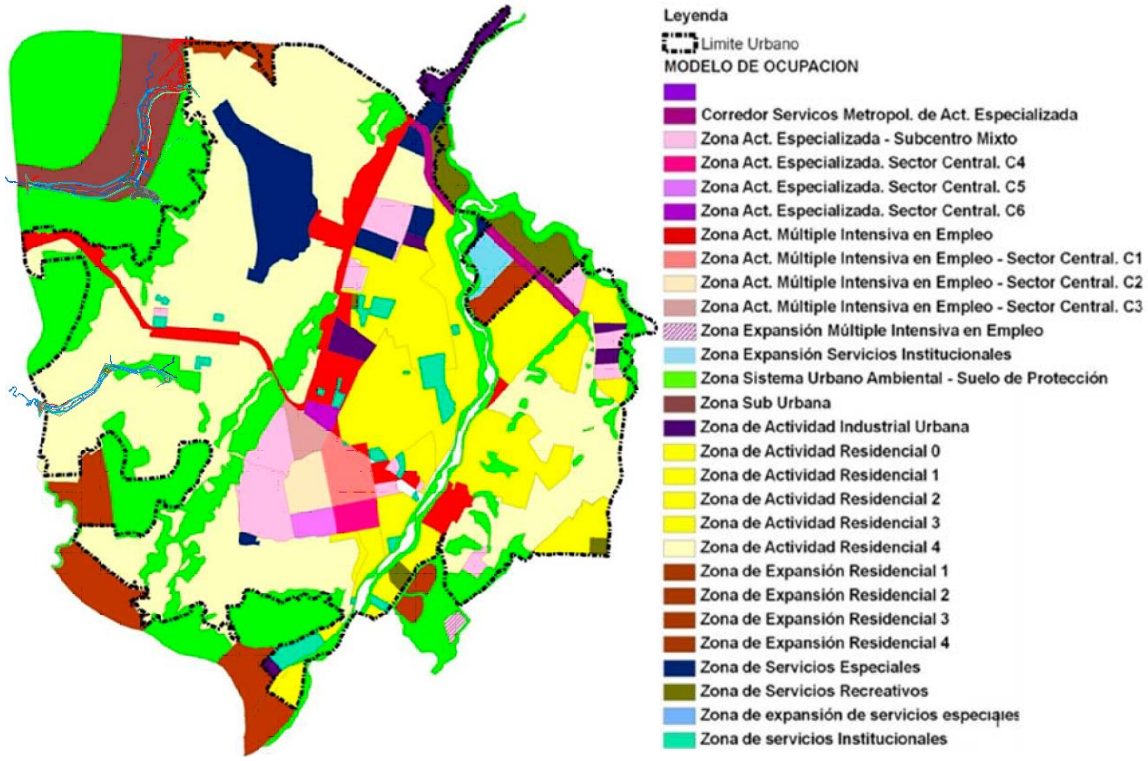


Figura I.5.18. Modelo de ocupación territorial Urbano y de suelos de expansión con Proyecto (Observaciones POT).

De acuerdo al alcance del presente proyecto, los Volúmenes a entregar se resumen a continuación:

VOLUMEN I. ASPECTOS GENERALES

1. INFORME VISITA Y RECONOCIMIENTO

En este primer periodo, se busca establecer un reconocimiento y delimitación general de las áreas para desarrollar los estudios, con el fin de definir, en una etapa posterior, las obras del sistema de alcantarillado pluvial de estos sectores. En el avance de este primer informe se incluye la información de ingeniería básica encontrada del área de estudio identificada.

2. INFORME TOPOGRÁFICO PREVIO RED RTK

El informe tiene un carácter técnico con el propósito de establecer la geomorfología preliminar de las cuencas de estudio. Este consiste en determinar, de acuerdo a lo solicitado, el emplazamiento y georeferenciación de la futura área de expansión urbana, en los sectores adyacentes a las denominadas Quebrada Seca y Quebrada La Cañada, de la ciudad de Cúcuta. Para un mejor entendimiento del mismo, es que se ha considerado incluir algunos tópicos de la tecnología GPS. Junto con ello se desarrolló en forma metodológica, tanto la labor en terreno como en oficina. Además, en determinar los lugares donde se emplazarán las obras resultantes del sistema de drenaje pluvial del área en mención y los prediseños de las vías de acceso.

3. SELECCIÓN ALTERNATIVA DE DISEÑO

Para abordar el proyecto de diseño es necesario, además de los estudios tradicionales de ingeniería básica, el conocimiento del estado del arte en la aplicación de tecnologías de punta en lo referente al manejo de los sistemas de drenaje, por lo tanto, en este informe, se dan una serie de consideraciones necesarias, para determinar la opción más conveniente para el diseño del proyecto.

4. INFORME REDES DE SERVICIOS EXISTENTES

Teniendo en cuenta las diferentes redes de servicios públicos construidas al lado, sobre y debajo de las vías, y la dificultad que en la mayoría de los casos estas redes presentan durante el diseño y la construcción de obras de infraestructura debido a la aparición de interferencias o nuevos requerimientos del sistema de redes en cuanto a actualización, reposición o ampliación, se hace necesario prever dichas necesidades e interferencias identificándolas, para garantizar que las obras a desarrollar no vayan a ser interrumpidas, con los consecuentes perjuicios para consultor, contratante y comunidad. La determinación de los trabajos de desvíos o relocalización de redes construidas o proyectadas, debe estar basada en una INVESTIGACION DE REDES (anterior a la ejecución de obras), según la información Suministrada por las empresas prestadoras de servicios públicos en la Ciudad de Cúcuta.

5. RESUMEN EJECUTIVO

VOLUMEN II. SECTOR QUEBRADA SECA

1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
2. PROYECTO ARQUITECTONICO DE MOBILIARIO URBANO
3. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
4. ESTUDIO DE SUELOS
5. ESTUDIO HIDROLÓGICO
6. DISEÑO HIDRÁULICO
7. GEOLOGÍA Y RIESGOS
8. DISEÑO ESTRUCTURAL
9. ESTUDIOS DE AFECTACION PREDIAL E IMPACTO ECONOMICO
10. DISEÑO GEOMETRICO VIAS
11. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y SEÑALIZACION
12. PRESUPUESTO ESTIMADO, CRONOGRAMA, FICHAS Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

VOLUMEN III. SECTOR QUEBRADA LA CAÑADA

1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
2. PROYECTO ARQUITECTONICO DE MOBILIARIO URBANO
3. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
4. ESTUDIO DE SUELOS
5. ESTUDIO HIDROLÓGICO
6. DISEÑO HIDRÁULICO
7. GEOLOGÍA Y RIESGOS
8. DISEÑO ESTRUCTURAL
9. ESTUDIOS DE AFECTACION PREDIAL E IMPACTO ECONOMICO
10. DISEÑO GEOMETRICO VIAS
11. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y SEÑALIZACION
12. PRESUPUESTOS ESTIMADOS CRONOGRAMA, FICHAS Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

SECTOR QUEBRADA SECA

Se propone la recuperación del sector que involucra la Quebrada Seca por medio de un **Parque Inundable** que tenga doble uso, haciendo de un espacio que en el momento es un foco de inseguridad e insalubridad en un lugar de inclusión urbana que a su vez canalice de manera natural las aguas

lluvias generando así una limpieza del ambiente idónea para el equilibrio del ecosistema. Utilizando biotecnología, se permite un ambiente más natural de los espacios, así como la expresión de la belleza total de la Quebrada.

Por medio de un Parque Inundable que adoptarán usos que ayudarán a fortalecer las potencialidades sociales que allí deben desarrollarse y que impulsarían al sector a ser visto por el resto de la ciudad como un espacio de todos cambiando así el concepto de centralidad de la ciudad.

La resolución definitiva de cuestiones hidráulicas, garantizando una solución definitiva a las inundaciones que periódicamente se producen por la alta torrencialidad de su cuenca y la dificultad para su regulación. Pero la novedad consiste en que estas soluciones de ingeniería para la protección de las crecidas del río van a ser compatibles con una renovación urbana armónica de sus márgenes a través de un desarrollo inmobiliario en el que primarán las áreas verdes y los servicios urbanos de la ciudad.

Así mismo, su diseño se ha tratado como una pieza urbana unitaria, y de la máxima relevancia tanto por su posición central así como por sus dimensiones longitudinales que la convierten en un elemento fundamental para mejorar la articulación general de la ciudad y de esta con su territorio periurbano.

El diseño de encauzamiento o canalización de la Quebrada Seca en las áreas aferentes al Barrio Scalabrini, Crispín Durán, asentamiento José Bernal, Camilo Daza y Simón Bolívar establece sectores de áreas verdes al interior de las vías Adyacentes y paralelas en un área de 477.267,5 m2, la calzada derecha tendrá una longitud de 3.520 m. y la izquierda 3.648 m. en un ancho de 7.4 m. cada una. Ambas calzadas tendrán prevista una longitud igual para senderos peatonales a cada lado de la vía y espacio para ciclorruta en la margen derecha de la calzada como se aprecia en la sección transversal típica de la vía.

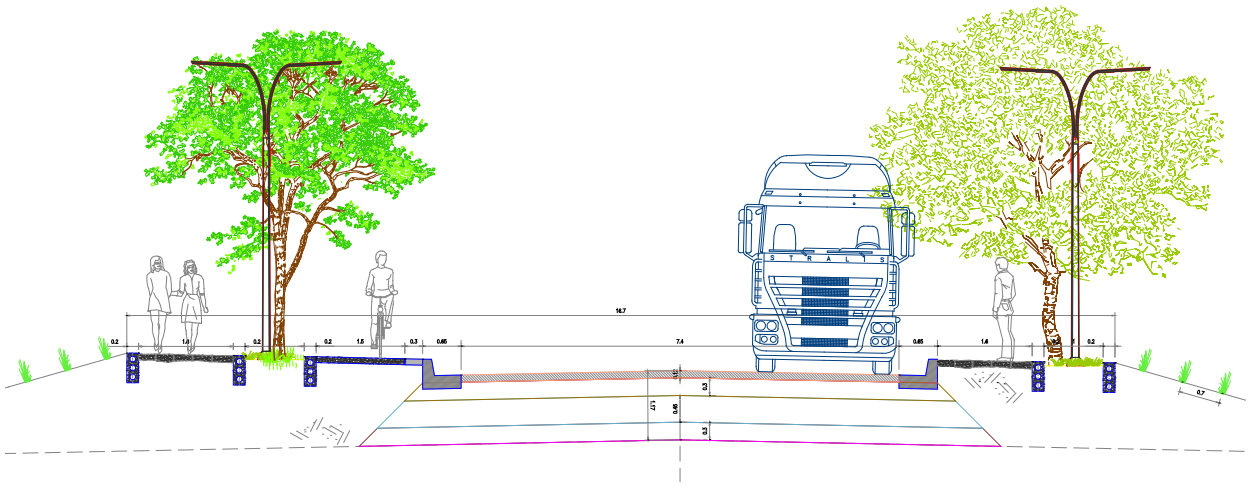


Figura I.5.19. Sección transversal típica de las vías proyectadas.

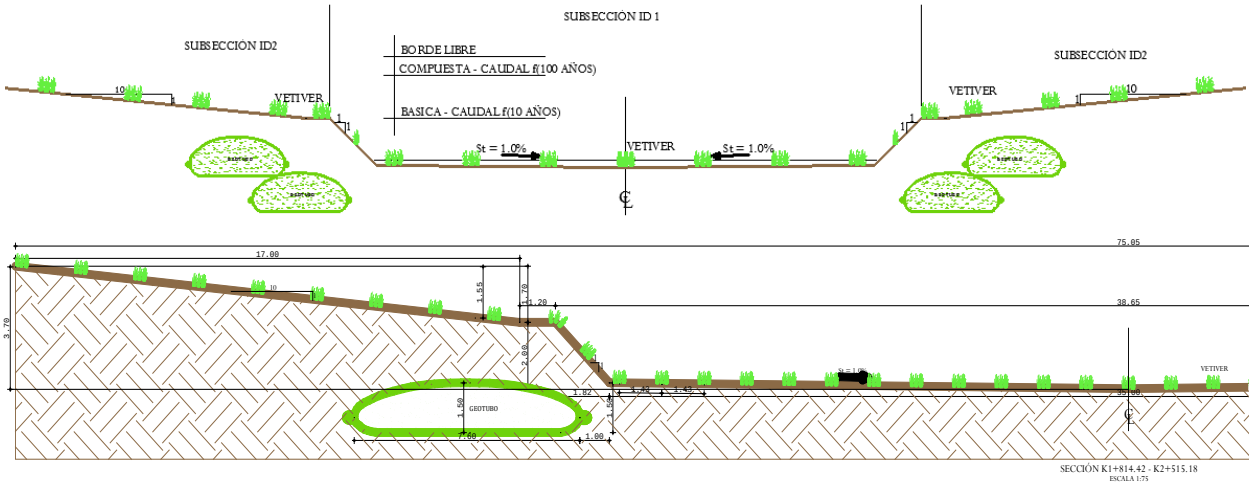


Figura I.5.20. Sección transversal típica encauzamiento propuesto.

RESUMEN PRESUPUESTO DE OBRA SECTOR QUEBRADA SECA					
No.	**DESCRIPCIÓN**	**UNID**	**CANTIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**VALOR TOTAL**
CANALIZACIÓN EN TIERRA					
I - OBRAS PRELIMINARES					$ 1.043.291.323,00
II - MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CONFORMACIÓN DE TALUDES					$ 20.016.244.636,00
III - DRENAJES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS					$ 10.235.248.043,00
IV - TRANSPORTE					$ 5.284.782.110,00
SUBTOTAL OBRAS CANALIZACIÓN EN TIERRA					**$ 36.579.566.112,00**
VÍAS, CICLORUTAS Y SENDEROS PEATONALES					
I - OBRAS PRELIMINARES					$ 567.586.195,00
II - EXPLANACIONES					$ 32.237.201.554,00
III - AFIRMADOS, SUBBASES Y BASES					$ 4.622.158.194,00
IV - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS					$ 5.981.471.797,00
V - ESTRUCTURAS Y DRENAJES					$ 10.011.125.826,00
VI - SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD					$ 769.656.100,00
VII - OBRAS VARIAS					$ 3.838.719.412,00
VIII - TRANSPORTE					$ 11.284.258.430,00
IX - PASO A CANAL					$ 3.728.124.916,00
SUBTOTAL OBRAS VÍAS, CICLORUTAS Y SENDEROS PEATONALES					**$ 73.040.302.424,00**
MOVILIARIO URBANO					
SUBTOTAL OBRAS MOVILIARIO URBANO					**$ 444.890.000,00**
	TOTAL COSTO DIRECTO DE OBRA				**$ 110.064.758.536,00**
	A.I.U.		30,0%		$ 33.019.427.561,00
	I.V.A. SOBRE LA UTILIDAD		16,0%		$ 880.518.068,00
	TOTAL COSTO INDIRECTO DE OBRA				$ 33.899.945.629,00
	TOTAL COSTOS OBRA (DIRECTO + INDIRECTO)				$ 143.964.704.165,00
	TOTAL COSTO INTERVENTORÍA		10,0%		$ 14.396.470.416,50
	ADQUISICIÓN DE PREDIOS				$ 15.348.425.000,00
VALOR TOTAL DEL PROYECTO					**$ 173.709.599.581,50**

Tabla I.5.5. Presupuesto total general; Q. Seca.



Figura I.5.21. Foto Montaje Proyecto Quebrada Seca.



Figura I.5.22. Foto Montaje, proyección Quebrada Seca Año 2020.

SECTOR QUEBRADA LA CAÑADA

Igualmente, se propone la recuperación del sector que involucra la Quebrada La Cañada, pero también, por medio de un **Canal No Erosionable** en concreto reforzado. Ciertamente, el grado de desarrollo urbano es mayor al encontrado en la Quebrada Seca, por tanto, resulta más difícil la implementación del proyecto en el área disponible. En consecuencia, se elaboró una alternativa mixta, que involucra estructuras de drenaje en concreto, que además de aportar estabilidad al terreno adyacente, permitirá la generación de plazas públicas mediante el uso de canal cerrado tipo Box culvert de sección triple. La longitud de la canalización propuesta es de 2725m incluyendo las reparaciones del canal existente.

El diseño de encauzamiento o canalización de la Quebrada La Cañada en las áreas aferentes al Barrio Palmeras, 7 de Agosto, Belisario, El Progreso, Nuevo Horizonte y la Ciudadela Los Estoraques establece sectores de áreas verdes al interior de las vías Adyacentes y paralelas en un área de 110.200 m2, la calzada derecha tendrá una longitud de 2.215 m. y la izquierda 2.195 m. en un ancho de 7.4 m. cada una. Ambas calzadas tendrán prevista una longitud igual para senderos peatonales a cada lado de la vía y espacio para ciclorruta en la margen derecha de la calzada como se aprecia en la sección transversal típica de la vía.

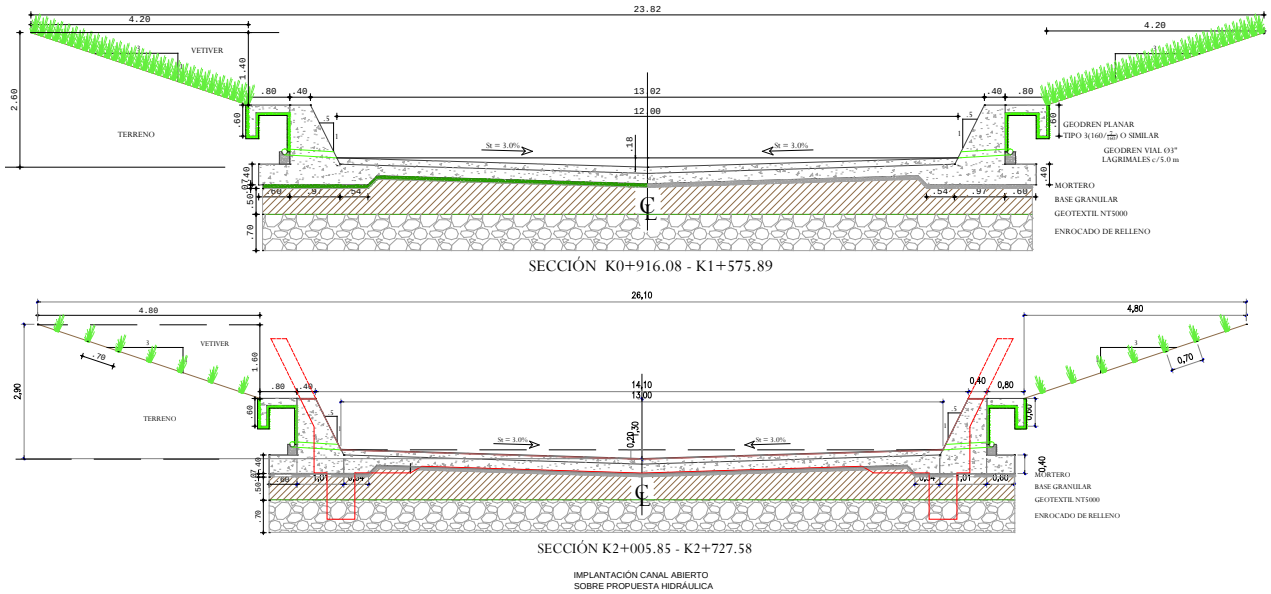


Figura I.5.23. Sección transversal Canalización tipo, Hidraforcis, Consultor Hidráulico y propuesta estructural.

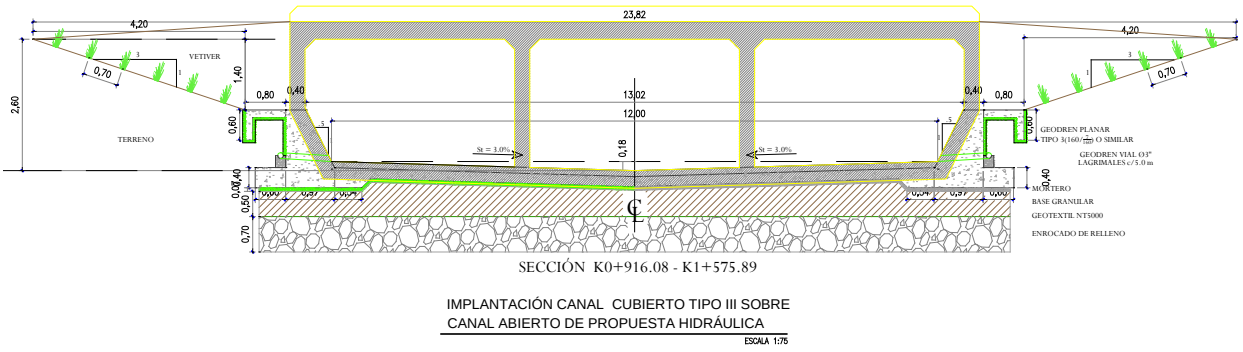


Figura I.5.24. Sección transversal Canalización cerrada tipo Box culvert , Hidraforcis, Consultor Hidráulico.

PRESUPUESTO DE OBRA SECTOR QUEBRADA LA CAÑADA					
No.	**DESCRIPCIÓN**	**UNID**	**CANTIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**VALOR TOTAL**
CANAL EN CONCRETO					
I - OBRAS PRELIMINARES					$ 451.722.189,00
II - MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CONFORMACIÓN DE TALUDES					$ 13.754.689.037,00
III - ESTRUCTURAS DE CONCRETO					$ 27.752.724.527,00
IV - DRENAJES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS					$ 2.174.981.355,00
	SUBTOTAL OBRAS CANAL EN CONCRETO				**$ 44.134.117.108,00**
VÍAS, CICLORUTAS Y SENDEROS PEATONALES					
I - OBRAS PRELIMINARES					$ 434.180.581,00
II - EXPLANACIONES					$ 19.163.087.129,00
III - AFIRMADOS, SUBBASES Y BASES					$ 3.261.916.229,00
IV - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS					$ 4.164.974.532,00
V - ESTRUCTURAS Y DRENAJES					$ 8.205.965.043,00
VI - SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD					$ 555.222.706,00
VII - OBRAS VARIAS					$ 2.320.354.984,00
VIII - TRANSPORTE					$ 5.137.272.110,00
	SUBTOTAL OBRAS VÍAS, CICLORUTAS Y SENDEROS PEATONALES				**$ 43.242.973.314,00**
MOVILIARIO URBANO					
	SUBTOTAL OBRAS MOVILIARIO URBANO				**$ 306.170.000,00**
	TOTAL COSTO DIRECTO DE OBRA				$ 87.683.260.422,00
	A.I.U.		30,0%		$ 26.304.978.127,00
	I.V.A. SOBRE LA UTILIDAD		16,0%		$ 701.466.083,00
	TOTAL COSTO INDIRECTO DE OBRA				$ 27.006.444.210,00
	TOTAL COSTOS OBRA (DIRECTO + INDIRECTO)				$ 114.689.704.632,00
	TOTAL COSTO INTERVENTORÍA		10,0%		$ 11.468.970.463,20
	ADQUISICIÓN DE PREDIOS				$ 5.389.450.000,00
	VALOR TOTAL DEL PROYECTO				**$ 131.548.125.095,20**

Tabla I.5.6. Resumen presupuesto total general de las obras, Quebrada La Cañada.



Figura I.5.25. Foto Montaje Proyecto Quebrada La Cañada.



Figura I.5.26. Foto Montaje, proyección Quebrada La Cañada Año 2020.

I.5.9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Sector Quebrada Seca tiene un presupuesto de 173.710’ millones de pesos y el sector Quebrada La Cañada tiene un presupuesto de 131.548’ millones de pesos; para un total de 305.058’ millones de pesos.

Los habitantes de la comuna 7 contarán, al ejecutarse estos proyectos, con un indicador de 6 m2 de espacio público por habitante y los de la comuna 8 de 1.7; y toda la ciudad pasará de 0.2 m2/hab. a 1.3 m2 de espacio público/habitante. Cifra nada despreciable considerando que históricamente este indicador nunca se ha incrementado una décima.

Habrá que exhortar a la concesionaria del acueducto y alcantarillado Aguas kpital, para iniciar inmediatamente las obras de conducción de los vertimientos existente sobre las Quebradas, antes de construir las estructuras de los pavimentos diseñadas.

Debe ejercerse un control de invasión y usurpación de predios para evitar que los costos se disparen con el conocimiento de las obras. Dado que al inicio del proyecto se tenían algunas viviendas en la zona y ahora gran parte de los terrenos se encuentran invadidos y esta situación puede arriesgar el desarrollo propuesto del territorio.

Es importante que en las áreas de expansión de la ciudad se exija la elaboración del plan parcial que corresponda con un plan maestro de desarrollo de la ciudad, y evite, que se continúen formando bolsas de tierra que impiden el ideal funcionamiento de las células urbanas. Las subcuencas aferentes a las Quebradas Seca y La Cañada, deberán estudiarse separadamente o al interior de los planes parciales, con el objeto que funcionen de una manera integral con el proyecto; respetando también la geomorfología preexistente para no alterar el comportamiento de la cuenca y el ecositema.

Finalmente se puede convocar un concurso para el diseño arquitectónico definitivo de los Corredores de las Quebradas, invitando, por ejemplo a Universidades y entidades de la región para que se vinculen y desarrollen proyectos que contengan canchas de futbolito, tenis, multicanchas, áreas para la práctica de patinaje y skate, sitios para picnic, y un sector para propiciar la observación de la flora y fauna en lagunas ornamentales y de retención, entre otros.

Se sugiere, aplicar estos criterios de manejo de cuencas y restauración fluvial, para canalizaciones existentes como el Canal sobre La Quebrada Bogotá y restaurar estos espacios deprimidos para la creación de corredores ecológicos de espacios públicos para aumentar así la disponibilidad de espacios públicos para la ciudad.

ANEXOS

PEVI's POTENCIALES EN EL MUNICIPIO DE CÚCUTA

Proyectos Piloto

Ciudadela Juan Atalaya (C7 y 8)

01 Quebrada Seca

02 Quebrada La Cañada

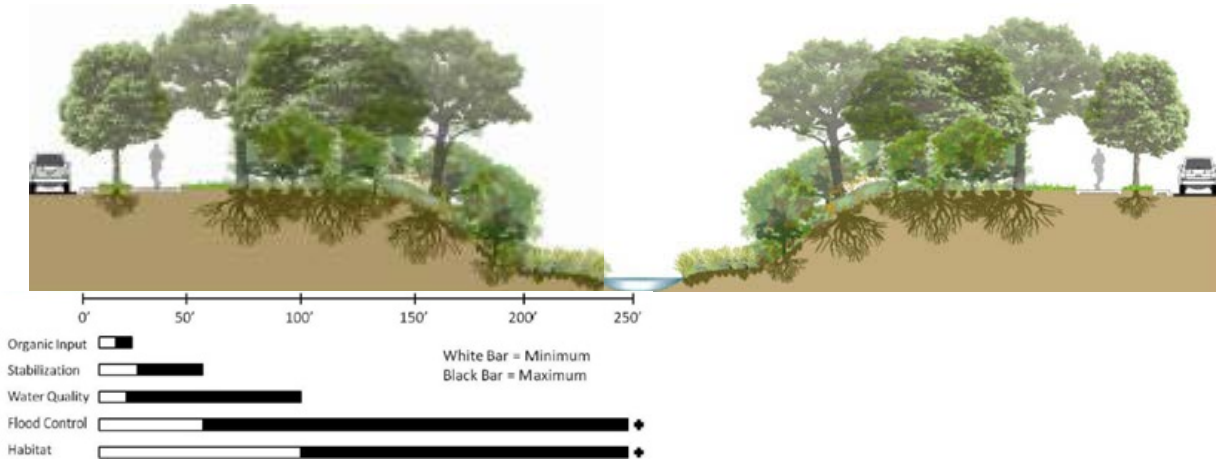
03 Quebrada El Lobo

04 Quebrada Las Brujas

05 Canal Bogotá desde Av. Libertadores hasta R. Pamplonita

06 Quebrada Flores





Esta imagen muestra los diferentes anchos de amortiguamiento asociados con la función de zona ribereña. Los insumos orgánicos en la corriente son fuentes importantes de nutrientes y hábitat (ancho de 15 a 25 pies). Estabilización de la corriente es mantenida por la vegetación ribereña (ancho 30 a 60 pies). La calidad del agua es la capacidad de la vegetación para interceptar la escorrentía, retener sedimentos, eliminar los contaminantes, y promover la recarga de aguas subterráneas (ancho de 20 a 100 pies). Control de inundaciones es la capacidad de la llanura de inundación para interceptar el agua y reducir los flujos máximos (ancho 60 a 500 pies). Hábitat ribereño es la capacidad de la memoria intermedia para soportar vegetación diversa y proporcionar alimento y refugio para la fauna ribereña y acuática (de 100-1500 pies).